



Màster universitari en **Formació del Professorat d'Educació Secundària  
Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes**

## Treball de fi de màster

Títol: 4MAT com a model de disseny d'unitats didàctiques de tecnologia a l'ESO

Cognoms: Balcázar Castell

Nom: Adrià

Titulació: Màster en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat,  
Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Especialitat: Tecnologia

Director/a: Rosanna Fernández Ruiz

Data de lectura: 20 de Juny de 2018



## Agraïments

A Rosanna, pels seus consells i per la tranquil·litat de saber que hi ha algú sempre disposat a ajudar.

A professors del Màster per compartir les seves idees i reflexions.

Al tots els meus companys, per treure alegria de sota les pedres i motivar-me constantment.

A la meva família i amics. Pel suport durant aquest trajecte, per l'ajuda sempre que ha calgut, i per la confiança depositada en mi.

*"They say a little knowledge is a dangerous thing, but it's not one half so bad as a lot of ignorance."*

*- Terry Pratchett*

# Índex

<b>Resum // Abstract</b>	<b>2</b>
<b>Introducció</b>	<b>3</b>
Objectius	3
<b>Estat de l'art</b>	<b>4</b>
El disseny d'Unitats Didàctiques a l'ESO a Catalunya	4
L'ESO a Catalunya: ensenyament per competències	4
Ensenyament per competències: implicacions metodològiques	5
4MAT com a model de disseny didàctic	8
Les bases teòriques del model	8
Resultats de la implementació del model	9
L'aplicació de 4MAT a l'ESO en particular	10
La validesa de 4MAT	11
<b>4MAT i l'ESO</b>	<b>12</b>
Explicació del model	12
Estils d'aprenentatge	12
Hemisfericitat del cervell	14
El cicle d'aprenentatge	14
Primer Quadrant: Significat personal	15
Segon Quadrant: Contingut	16
Tercer Quadrant: Utilitat	16
Quart Quadrant: Creativitat	16
Avantatges del model 4MAT	16
Implementar 4MAT a l'ensenyament de la Tecnologia a l'ESO	19
El disseny d'Unitats Didàctiques basat en 4MAT	19
Instruccions i eines per al disseny d'UDs basat en 4MAT	19
Quadrant 1 - Per què?	20
Quadrant 2 - Què?	22
Quadrant 3 - Com?	24
Quadrant 4 - I si...?	26
Exemple d'Unitat Didàctica dissenyada usant 4MAT	27
<b>Conclusions</b>	<b>33</b>
Línies futures	33
<b>Llista de Figures</b>	<b>35</b>
<b>Referències</b>	<b>36</b>
<b>ANNEX: Programació d'Unitat Didàctica</b>	<b>39</b>

## Resum // Abstract

### Català

Aquest treball pretén proposar la implementació del model didàctic 4MAT, de Bernice McCarthy, per al disseny d'Unitats Didàctiques de tecnologia a l'ESO a Catalunya. Es tracta d'un model basat en el desenvolupament de competències, focus actual de l'ensenyament a Catalunya, amb pilars en la teoria de l'aprenentatge experiencial de John Dewey, el cicle d'aprenentatge de David Kolb i teories de la personalitat de Joseph Bogen i Carl Jung. 4MAT planteja l'aprenentatge com a cicle en quatre fases, a través de les quals es crea significat personal de l'aprenentatge, s'adquireixen coneixements, es practiquen habilitats, s'apliquen les capacitats desenvolupades i, finalment, es genera auto-consciència del propi aprenentatge. En aquest treball es descriu i presenta la possible aplicació del model 4MAT per al disseny d'Unitats Didàctiques de tecnologia a l'ESO a Catalunya, explicant l'adaptació del model i oferint eines (llistats d'activitats, criteris de valoració de dissenys d'Unitats) per a la seva implementació. Aquesta proposta busca facilitar la utilització del model a Catalunya per al seu estudi com a model didàctic.

//

### English

This work aims to propose the implementation of Bernice McCarthy's 4MAT instructional design model, for the design of Learning Units in the field of technology in the Catalan (lower and upper) secondary education level. It is a competence based model, sustained on the theories of John Dewey's experiential learning, David Kolb's learning cycle, Carl Jung's personality theories and Joseph Bogen's brain hemisphericity. 4MAT considers the learning process as a 4 stages cycle, through which learners develop their own meaning for the learning, acquire the relevant contents, practice their skills, apply their developed competences and generate self-consciousness of their growth. This work describes and presents the possible implementation of the 4MAT model for the design of technology Learning Units in the secondary education of Catalonia. It explains the adaptation of the model and offers tools (lists of activities, evaluation criteria for designed Units) for its implementation. This proposal aims to allow and ease the usage of 4MAT in Catalonia, for its study as instructional design model.

# Introducció

L'Educació Secundària Obligatoria és, com el nom indica, un procés pel que tot(a) jove català(na) passa (llevat d'excepcions particulars). L'autor d'aquest treball no n'és cap excepció. I, com la majoria d'alumnes (presumiblement), ha tingut les seves experiències personals, ha fet observacions i valoracions d'allò que funciona i d'allò que necessita millores, i té la seva opinió personal al respecte. Cursant els estudis del Màster en Formació del Professorat d'Educació Secundària (especialitat en Tecnologia) aquestes impressions inicials han estat revisades des del punt de vista docent i combinades amb les noves observacions fetes durant el pràcticum (part del Màster) en una escola catalana.

D'aquestes observacions, dos elements en particular preocupen particularment l'autor: d'una banda, la percepció personal de que l'alumnat a secundària està poc motivat per la baixa rellevància personal del que aprenen a l'escola, que els costa de relacionar amb el seu món propi; d'altra banda sembla, a observació de l'autor, que l'alumnat té una baixa sensació d'aprenentatge, no essent conscient de com aquests aprenentatges afecten positivament i de manera rellevant la seva vida personal.

Paral·lelament, l'autor forma part d'una associació internacional d'estudiants, dins la qual existeix un sistema d'Educació No Formal (ENF) que prepara els membres per a les seves tasques dins l'organització. L'autor forma part del grup de formadors de l'associació, impartint tallers per al desenvolupament de competències interpersonals (com ara comunicació, lideratge, resolució de conflictes, treball en equip, ...). La metodologia principal que utilitza a l'hora de dissenyar-los es diu 4MAT, de Bernice McCarthy (McCarthy, 1990): es tracta d'un model de disseny d'aprenentatges competencial, basat en les teories de Dewey (aprenentatge experiencial), Kolb (cicle d'aprenentatge), Jung (teories dels tipus de personalitats) i Bogen (hemisfericitat del cervell).

Precisament aquest model, 4MAT, fa un èmfasi important en fer l'aprenentatge significatiu per a l'alumne i en facilitar que creï consciència de la millora i del creixement personal. La pregunta és, doncs: pot ser beneficiós dissenyar Unitats Didàctiques a l'ESO, en l'àmbit de Tecnologia, basant-se en aquest model?

## Objectius

Es pretén, amb aquest treball, assolir els següents dos objectius:

Valorar la idoneïtat de 4MAT com a model de disseny d'Unitats Didàctiques de Tecnologia a l'ESO, tenint en compte la normativa actual i les directrius del Departament d'Ensenyament de Catalunya. Respecta aquesta direcció? És compatible?

Proposar 4MAT com a marc de disseny didàctic i oferir eines als docents que vulguin provar, implementar i desenvolupar aquest model en l'ensenyament de la Tecnologia a secundària, tot presentant explicacions teòriques, mostrant guies per a la seva aplicació, proposant activitats, i oferint mesures de valoració dels dissenys realitzats.

# Estat de l'art

## El disseny d'Unitats Didàctiques a l'ESO a Catalunya

Per a poder parlar del disseny d'Unitats Didàctiques a l'ESO a Catalunya, primer cal tenir en compte alguns dels trets característics de l'educació en aquest territori.

### L'ESO a Catalunya: ensenyament per competències

L'educació catalana ve regida per la seva corresponent llei, la Llei d'educació de Catalunya (LEC, Generalitat de Catalunya, 2009), que serveix de regulació i guia per a l'organització pedagògica i els continguts d'ensenyament. Segons aquesta Llei (Generalitat de Catalunya, 2009), un pilar fonamental és, des de 2010, l'ensenyament per competències:

#### *Article 57*

*"[...] els currículums s'han d'orientar a l'adquisició de les competències bàsiques, que han de contribuir al desenvolupament personal dels alumnes i a la pràctica de la ciutadania activa, i han d'incorporar de manera generalitzada les tecnologies de la informació i la comunicació en els processos d'aprenentatge. [...]"*

Segons el Decret 187/2015, de 25 d'agost, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària obligatòria (Departament d'Ensenyament, 2015c), aquestes competències esdevenen objectius educatius:

#### *Estructura del currículum*

*7.1 Per contribuir a l'assoliment de les competències clau, el currículum de l'educació secundària obligatòria recull el conjunt de competències bàsiques de les matèries agrupades per àmbits de coneixement, continguts, mètodes pedagògics i criteris d'avaluació d'aquesta etapa. Les competències bàsiques esdevenen objectius d'aprenentatge de final d'etapa.*

La agrupació per àmbits de les competències bàsiques resulta en la distribució de la Figura 1 (pàgina següent).

Així queden dividides les competències per blocs de matèries o àrees del coneixement, quedant-ne dos de transversals a totes les matèries: l'àmbit digital i l'àmbit personal i social (Departament d'Ensenyament, 2018). Per tant, a l'hora de dissenyar la matèria de Tecnologia, en la que ens centrem en aquest treball, caldrà tenir en compte les competències pertanyents a tres àmbits:

- Àmbit Tecnològic
- Àmbit digital
- Àmbit personal i social

Els llistats de competències per àmbits estan recollits en els documents de desplegament de competències (Departament d'Ensenyament, 2015a, 2015b), on es relacionen totes elles i s'hi atribueixen nivells d'assoliment i criteris d'avaluació.

L'adquisició de competències requereix, com a un dels pilars, l'adquisició de coneixements. Per a cadascuna de les competències establertes dins de cada àmbit, hi ha definits doncs, també, certs continguts clau: són aquells que contribueixen de manera més rellevant a l'assoliment de les competències corresponents. (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 5)

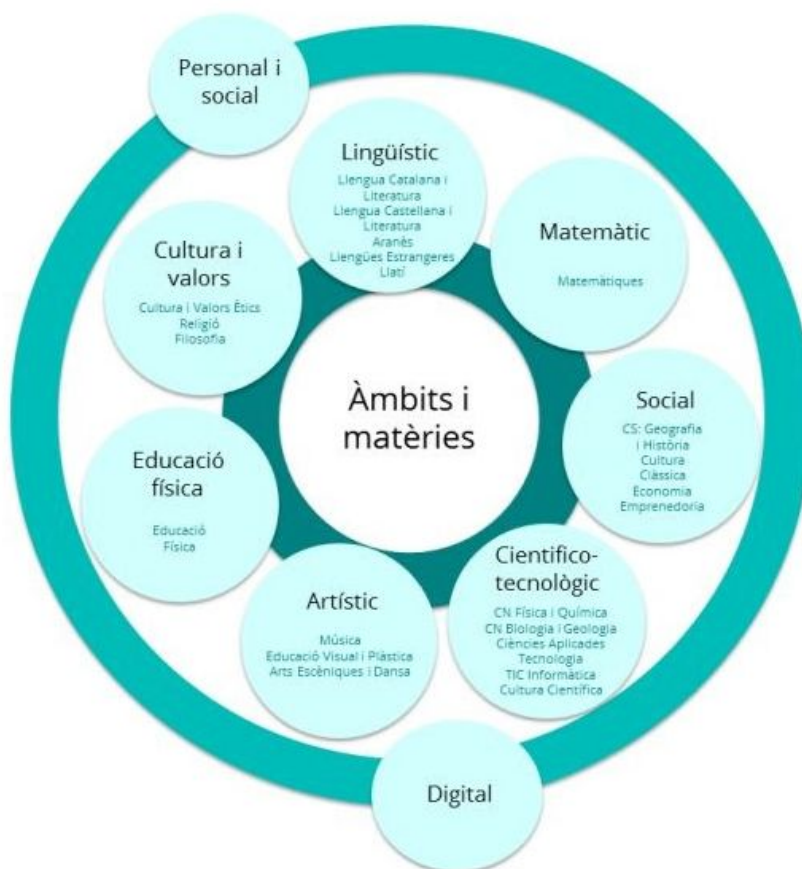


Fig. 1. Estructura dels àmbits. (cc) Departament d'Ensenyament (2018). *El currículum competencial a l'aula*.

## Ensenyament per competències: implicacions metodològiques

Competència bàsica:

Entenem per competència la capacitat d'utilitzar coneixements i habilitats, de manera transversal i interactiva, en contextos i situacions que requereixen la intervenció de coneixements vinculats a diferents sabers (Departament d'Ensenyament, 2009 p. 5).

Competència: aplicació de coneixements, habilitats i actituds a la resolució de problemes en contextos diferents amb qualitat i eficàcia.

Bàsica: per exercir com a ciutadà i resoldre situacions i problemes de la vida quotidiana.

Tal com s'afirma al web del Departament d'Ensenyament (Departament d'Ensenyament, 2009, p. 6), desenvolupar i assolir una competència implica tres fases:

- L'adquisició d'un coneixement o **contingut**
- El desenvolupament d'una **habilitat**
- La capacitat d'**aplicació**

La incorporació d'aquest concepte, amb les seves diferents cares, en el currículum, exigeix que la metodologia utilitzada pels docents s'hi adapti. Això afecta el rol dels professors i dels alumnes ja que l'assoliment de la competència queda lligada a la seqüència i activitats didàctiques: requereix prendre consciència del que s'ha après, de com s'ha après i de per a què s'ha après. Només si és donen aquests punts es pot dir que la persona ha esdevingut competent (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 4).



Per tal d'assolir l'aprenentatge competencial, l'alumne ha de ser-ne el protagonista actiu. Ha de ser capaç, no simplement de reproduir el coneixement, sinó d'usar-lo per a crear, integrar-lo amb d'altres coneixements i activar-lo i mobilitzar-lo en situacions noves i diverses, actuant de forma eficaç. El desenvolupament de la competència també implica la capacitat d'aprenentatge autònom, i per tant la necessitat de l'avaluació continuada amb finalitat reguladora (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 10).

En quant a la metodologia, això implica partir de contextos d'aprenentatge autèntics, relacionats amb la vida de l'alumne, un desenvolupament productiu i no reproductiu per part de l'alumne en l'adquisició dels coneixements i la pràctica d'habilitats, incloent la regulació d'aquest procés de construcció d'aprenentatge, i que conclogui amb una creació que evidenciï el resultat de l'aprenentatge (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 11). Des de la perspectiva de la taxonomia de Bloom, el procés d'aprenentatge naturalment parteix de les habilitats de pensament bàsiques (recordar i comprendre) però cal assegurar, si el que es busca és el desenvolupament de competències, que l'alumne assoleix les habilitats intermèdies (aplicar i analitzar) i finalment té l'oportunitat de desenvolupar les habilitats de nivell de cognició més complex (avaluar i crear) (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 13).

L'eina principal per a la formalització de la metodologia és la programació. Segons indica el document *El currículum competencial a l'aula. Una eina per a la reflexió pedagògica i la programació a l'ESO* (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 18): "La programació s'ha d'entendre com l'explicitació de les intencions educatives i del pla d'actuació o d'intervenció d'un equip docent durant un període temporal determinat." És a dir, la programació significa posar sobre paper tot allò referent a la pràctica educativa concreta en un àmbit, una matèria, una assignatura, una unitat didàctica, un projecte... La programació compleix les següents funcions, entre d'altres (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 12-13):

- Planificar, anticipar i concretar què ha de fer el docent a l'aula i com ho ha de fer
- Comunicació professional entre docents (ja que els dota d'un "llenguatge comú")
- Suport en la presa de decisions didàctiques
- Fer seguiment de les actuacions educatives
- Dotar el docent d'una base per a la pràctica reflexiva
- Garantir la continuïtat educativa (quan hi ha canvis en l'equip docent)

Per al cas concret que ens interessa, la programació d'unitats didàctiques (en endavant, UD) i de projectes, el document *El currículum competencial a l'aula. Una eina per a la reflexió pedagògica i la programació a l'ESO* (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 27) proposa un model de cicle d'aprenentatge que ajudi els docents a definir les metodologies i passar de les competències a la programació i disseny d'UDs i projectes. Es tracta d'un model amb quatre fases, com es pot observar a la Figura 2 (pàgina següent).

El document, juntament amb aquest cicle, presenta una llista d'activitats i recursos referenciats per a cada fase del cicle. L'altra eina que ofereix el document de cara a la programació, a banda de les graelles plantilla per a la programació (és a dir, ajuda estructural i no metodològica), és una llista amb 20 criteris per a comprovar si la UD o projecte programats estan ben dissenyats, en el sentit del desenvolupament de competències, útils per a revisar UD i projectes o desenvolupar-ne de nous (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 33).

## Fases didàctiques de les activitats

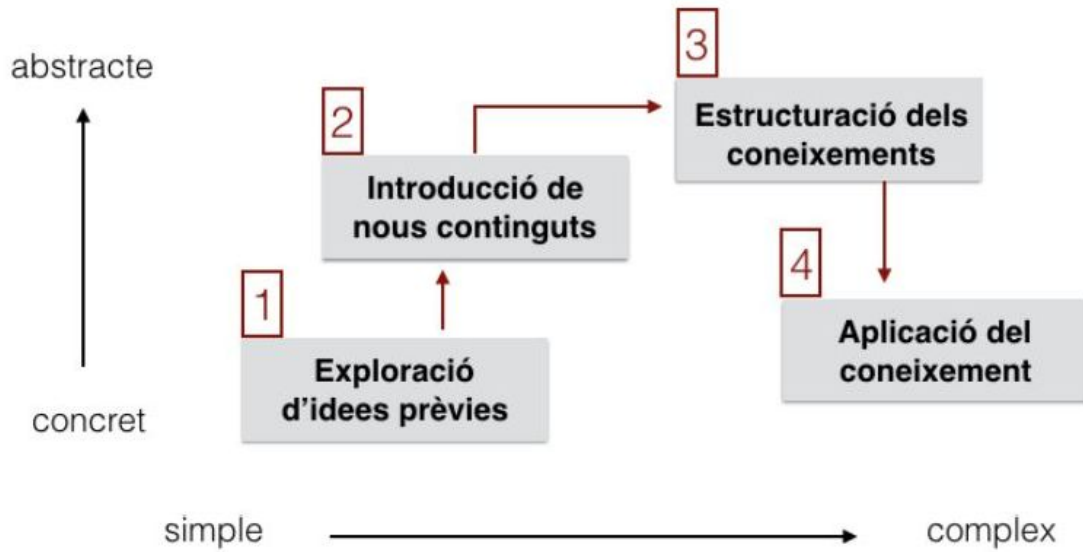


Fig. 2. Model de Cicle d'aprenentatge. (cc) Jorba i Caselles (1996) *La regulació i autoregulació dels aprenentatges ICE - UAB*.

El que es pretén proposar a continuació en aquest treball és un model de disseny didàctic, una ajuda a l'hora de definir les metodologies i seqüenciació d'UDs i projecte, alternatiu al cicle didàctic ofert pel document *El currículum competencial a l'aula. Una eina per a la reflexió pedagògica i la programació a l'ESO* (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 27), però no incompatible. Aquest nou model, també basat en un cicle d'aprenentatge, pot ser un suport molt útil i un element molt valuós en la caixa d'eines dels docents catalans, en particular a l'ESO.

## 4MAT com a model de disseny didàctic

4MAT, desenvolupat per Bernice McCarthy, és un model que serveix per a construir experiències didàctiques de format seqüencial o cíclic. Està fortament basat en el cicle d'aprenentatge de Kolb però en el seu desenvolupament incorpora teories de la personalitat i de l'hemisfericitat del cervell (McCarthy, 1990). Presenta l'aprenentatge com a procés que necessita passar per quatre etapes, o quadrants en la representació cíclica del model:

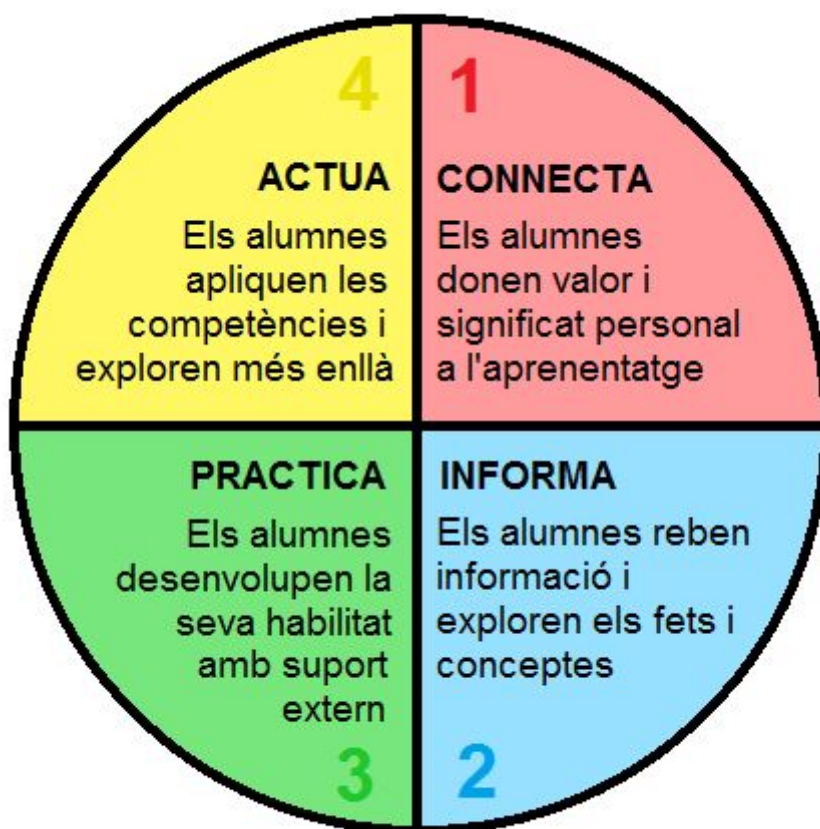


Fig. 3. El model 4MAT. *Creació pròpia.*

### Les bases teòriques del model

La doctora McCarthy basa el seu model 4MAT, en major o menor mesura, en molts autors rellevants tant en l'àmbit pedagògic (David Kolb, John Dewey, Jean Piaget) com en el psicològic (Carl Jung, Joseph Bogen) (McCarthy, 1990). Cadascun d'ells ha influenciat el desenvolupament del model d'alguna forma, aportant bases teòriques que el sustenten i li donen raó d'ésser.

La influència més antiga ve de William James i l'aprenentatge experiencial (James, 1980). Molts models educatius, com ara el de Kolb, es basen en les afirmacions de James. Segons Michael McCarthy (2018) el més destacable en relació al 4MAT és la hipòtesi que el coneixement es deriva i es prova contínuament a través de les experiències de l'alumne. Els sentiments, per tant, són una llavor i punt de partida de la cognició. Aprendre significa que estem oberts a deixar enrere valuos coneixement previ per a poder copsar aprenentatges que encara no posseïm: aquest procés d'experiència i prova es repeteix de forma continuada i dona profunditat a l'aprenentatge. L'aprenentatge com a procés cíclic és, per tant, un concepte ja arrelat. John Dewey, pilar bàsic del model 4MAT (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002), construeix a sobre d'aquest concepte i estableix que és l'experiència el que permet prendre quelcom dels que han passat abans, transformar-ho d'alguna

manera i generar un impacte en aquells que vindran després (Dewey, 1938). Això aplica tant si parlem de persones com si parlem d'aprenentatges: d'aquí els nivells d'universalitat de l'aprenentatge experiencial i iteratiu.

Mary Parker Follet, experta en dinàmica de grups, estableix ja al 1924 la retroalimentació existent entre la persona individual i la societat, a nivell d'identitat i desenvolupament. existeixen en un cicle on constantment s'ajuden mútuament a crear-se (Follet 1924). Les afirmacions de Follet ajuden a entendre la filosofia de l'aprenentatge com a procés social, element clau en el model 4MAT, en particular relacionat amb el primer quadrant (McCarthy, 2018). Vygotsky i la seva "Zona de Desenvolupament Pròxim" reforcen la necessitat social de l'aprenentatge: és al voltant de companys, en interacció amb d'altres, que l'aprenentatge succeeix: transformant les reaccions envers l'exterior (Vygotsky, 1926).

La següent pedra fundacional la posa, segons McCarthy (2018), Kurt Lewin, amb la seva tensió dialèctica: l'aprenentatge funciona de manera òptima en un ambient on existeixen tensió i conflicte entre l'experiència concreta i immediata i el distanciament analític (Lewin, 1947). Aquest estira i arronsa de sensació i reflexió és una eina poderosa que 4MAT inclou al llarg de tot el cicle de manera natural. En aquesta mateixa direcció continua Piaget, amb el constructivisme, aquesta dialèctica entre assimilar experiència en conceptes i acomodar conceptes a l'experiència. Afegeix la necessitat de passar pels sentiments i la reflexió, en el procés d'aprenentatge, i d'usar-lo finalment de noves maneres (Piaget, 1970): constructivisme i, a la vegada, paral·lelisme amb totes les fases del cicle de 4MAT (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002).

Una altra perspectiva important l'aporta, segons McCarthy (2018), Paulo Freire: la funció del sistema educatiu com a agent de control implica la necessitat del desenvolupament del pensament crític (Freire, 1973). Per això es clau la exploració activa del significat personal dels conceptes a través del diàleg. Això casa amb la perspectiva humanística de Carl Rogers, segons la qual l'aprenentatge està basat en l'experiència de la realitat pròpia i, per tant, el marc de referència personal individual és el que millor permet entendre comportaments (Rogers, 1969). Per això 4MAT destil·la el procés d'aprenentatge com a procés individual primer, i en busca patrons i referències, abans de proposar un marc general i un model global: partir del marc de referència individual permet la comprensió dels comportaments i la creació d'un model que els satisfaci (McCarthy, 2018).

Les teories que conformen la base més essencial de 4MAT són el model de Kolb i la de les Dicotomies de la Personalitat de Jung (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002). És una teoria psicològica, la primera en definir intraversió i extraversió en aquest context (Jung, 1923), donant peu a les consideracions que fa 4MAT respecte a les diferències en la manera de processar informació dels humans. La Tipologia Meyers-Briggs desenvolupada a partir de la teoria de Jung de Tipologies Psicològiques és un dels instruments usats en la definició dels Tipus d'Aprenentatge de 4MAT. És un factor que assegura l'atenció a la diversitat humana i la transfereix a l'anàlisi dels estils d'aprenentatge.

L'altra teoria clau darrera de 4MAT és el Model d'Aprenentatge Experiencial de Kolb (McCarthy, 1990). Aquest té un fort paral·lelisme amb 4MAT i contempla les següents fases: experiència concreta, observació i reflexió al respecte, formació de conceptes abstractes basats en la reflexió feta i prova aplicada dels nous conceptes (Kolb, 1984). Per Kolb, l'experiència d'aprenentatge pot començar en qualsevol d'aquestes fases (a diferència de 4MAT, que exigeix que el primer quadrant sigui l'inici del procés), però les similituds entre els models són paleses. De fet, podria pensar-se que les fases de Kolb les trobes en el Cicle d'Aprenentatge de 4MAT, allà on hi ha els canvis de quadrant.

## **Resultats de la implementació del model**

El model 4MAT pretén servir per al disseny instruccional de qualsevol tipus (és, per tant, genèric), i la seva autora proposa el seu ús des de la primària fins l'educació universitària, i també en formació continuada de la plantilla laboral o fins i tot amb implementacions en el lideratge d'equips.

A *The 4MAT research guide* (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002), es resumeixen els experiments realitzats fins al 2001 en diferents institucions (escoles, universitats, empreses,...) duts a terme impulsats per l'autora del model, la doctora Bernice McCarthy, i els seus socis. Hi ha una relació de més de 50 estudis, i més de 20 articles relacionats, tots amb resums individuals. Van considerar que, globalment, aquests estudis donen validesa científica a les següents afirmacions principals (entre d'altres), respecte a l'ús de 4MAT correctament utilitzat:

- 1) valida els alumnes, incrementant-ne l'autoestima,
- 2) incrementa llur motivació,
- 3) millora el rendiment acadèmic i
- 4) encoratja el desenvolupament personal,

a banda d'impactar positivament altres aspectes del procés d'aprenentatge (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002).

### **L'aplicació de 4MAT a l'ESO en particular**

Tot i que el model 4MAT pretén servir per al disseny didàctic genèric i que McCarthy el proposa com a model des de l'educació primària fins al lideratge d'equips, el detonant va ser el temps que l'autora va treballar en una escola (McCarthy, 1996), d'aquí que el model sigui especialment adient per al disseny didàctic a primària i secundària.

Concretament, a nivell de secundària se'n coneix l'ús en molts instituts dels Estats Units d'Amèrica, com recull *The 4MAT research guide* (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002). Aquest document, però, només inclou aquells centres on la implementació de 4MAT s'ha dut a terme amb intenció científica (ja que és una relació d'estudis i assajos), i l'autor no té constància de l'existència de cap registre general dels centres que utilitzen el model a nivell usuari. Aplicacions més recents, també amb intenció científica, s'han dut a terme en molts d'altres països, incloent Turquia (Ergin i Atasoy, 2013), Tailàndia (Pho, 2017) i Taipei (Liao, 2006).

Harry V. Scott va publicar, al 1994, un article resum que inclou la majoria d'assajos i experiments independents (no impulsats per McCarthy & Co.) realitzats amb 4MAT fins el moment. Scott no va trobar cap crítica envers el model, si bé la quantitat d'articles independents donant-li suport encara era escassa. No es podia, en aquell moment, fer una valoració de la validesa del model. El que sí que va establir Scott és el potencial que mostrava el model i l'interès de seguir fent proves i estudis mirant de confirmar o reprovar la seva eficàcia. Scott no es va centrar només en ensenyament secundari, tot i que els articles que va considerar més rellevants en el seu estudi ho eren (Scott, 1994).

El que ve a continuació és un resum dels estudis actuals no inclosos a l'article de Scott (majorment per ser posteriors), limitats només a l'educació secundària.

A 1988 es van fer dos estudis importants als Estats Units d'Amèrica (d'ara endavant, EUA), de gran abast. El primer va ser dut a terme per 31 professors, amb més de 500 estudiants, i va reunir valoracions tant d'uns com d'altres. Tant professors com estudiants van mostrar la seva preferència per aquest model enfront del model tradicional, valorant-lo positivament en diferents criteris (Sangster i Shulman, 1988). Resultats similars es van obtenir en l'altre estudi, centrat només en alumnes (més de 200) on la meitat va seguir un curs tradicional (grup de control) i la meitat va rebre educació basada en 4MAT. Els resultats acadèmics del grup experimental van resultar significativament millors, i també la seva motivació per l'assignatura (Wilkerson i White, 1988). En tots dos casos es tractava d'assignatures de ciències.

L'altre gran experiment va dur-se a terme en 48 escoles dels EUA, on es van mesurar diversos indicadors d'èxit. Els grups 4MAT van mostrar rendiment superior gairebé en tots els indicadors, però només en un d'ells es va considerar la diferència com a significativa (Ursin, 1995).

A 1996, un experiment als EUA va mostrar que els estils d'aprenentatge tenien correlació amb com els alumnes qualificaven la seva competència (Matthews, 1996).

Més recentment, diferents estudis independents a Turquia i Tailàndia han mostrat millora significativa en l'aprenentatge en comparar 4MAT i el mètode de la classe expositiva tradicional (Tatar i Dikici, 2009, 58 estudiants; Ergin i Atasoy, 2013, 100 estudiants; Ergin i Sari, 2016, 65 estudiants; Pho, 2017, 62 estudiants; Aliustaoğlu, 2018, 71 estudiants), el més recent d'ells parlant específicament de retenció a llarg termini (Aliustaoğlu, 2018). D'altres han mostrat millores actitudinals (autoimatge, motivació) (Ergin i Sari, 2016), o han establert correlacions entre l'estil d'aprenentatge de Tipus 2 i l'èxit escolar sota metodologies tradicionals (Ozgen, 2013). Només un dels articles (Liao, 2006) analitzats mostra una millora no significativa en general. Tanmateix, el mateix article menciona que la millora sí que és significativa per als alumnes amb més dificultats - presumiblement aquells amb estils d'aprenentatge més allunyats dels models tradicionals, que són els que més poden guanyar amb el canvi a la metodologia 4MAT.

### **La validesa de 4MAT**

Tots aquests estudis comencen a donar validesa científica al model, donada la tendència positiva observada i reforçada pels articles que reconeixen la rellevància dels estils d'aprenentatge i dels efectes positius de la utilització de 4MAT. D'altra banda, no es tracta només d'una qüestió de validesa, sinó també de legitimitat. Legitimitat en quant al respecte del treball científic existent, en quant al desenvolupament del coneixement actual. 4MAT és un model fortament basat en teories científiques reconegudes: si bé això no garanteix la seva validesa, sí que li dona un cert valor que legitima la seva proposta i el fet d'estudiar-lo. Finalment, una darrera forma de legitimació, en certa manera, és el seu ús. Tot i que en l'actualitat sigui impossible de determinar, al 1990 ja era usat per 19 districtes als EUA (Scott, 1994). Si bé els experiments científics han de continuar, sens dubte el model 4MAT mereix atenció i oportunitats, a través de les que seguir avaluant la seva validesa. És per això que es proposa la seva implementació en l'escola secundària a Catalunya: els avantatges potencials i el valor del model són mereixedors d'aquesta oportunitat.

# 4MAT i l'ESO

## Explicació del model

Bernice McCarthy va desenvolupar el model didàctic 4MAT al 1972, per oferir als ensenyants una forma de treballar que tingués en compte la diversitat humana en l'aprenentatge, i construir unitats en forma de cicle, on tots els alumnes poguessin trobar-s'hi a gust. D'aquesta manera, presenta un marc teòric des del que analitzar per què algunes activitats funcionen perfectament amb certs estudiants i no amb d'altres: la base en seran els estils d'aprenentatge. McCarthy proposa un model basat en diferents teories pedagògiques i psicològiques, entre les quals destaquen les de Jung (1923) i Kolb (1981, 1984, 1985). A banda de la definició pròpia de 4 estils d'aprenentatge (McCarthy, 1990), la segona premissa d'aquesta teoria és la hemisfericitat del cervell, i les preferències en el procés de la informació que se'n deriven.

## Estils d'aprenentatge

El model 4MAT es presenta partint del model de Kolb (1976, 1984, 1985): Considerem dos eixos, el de Percepció de la informació i el del Processament de la informació. L'eix de la Percepció té, en un extrem, "Sentir" (referint-se al fet de viure sensacions, i no a l'ús de l'audició) i, en l'altre, "Pensar". Amb això pretén representar la manera en que s'adquireix la informació: és a través d'experimentar quelcom sobre el nostre propi ésser ("Sentir") o és a través de la lectura, audició o visualització d'informació externa, sense sensacions directes? McCarthy (1990) sosté que cada ésser humà té una certa predilecció per una alternativa o altra i, per tant, pot prendre posició en algun punt de l'eix. Naturalment, en cas que no hi hagués cap preferència clara, es posicionaria al mig.

Sentir



Pensar

Fig. 4a. Eix de percepció.  
*Creació Pròpia.*

D'altra banda tenim l'eix de Processament de la informació. Aquí la dicotomia que presenta és "Fer" *versus* "Observar", és a dir, l'acció contra la reflexió. Com ho fan els éssers humans per transformar la informació percebuda en coneixement? Segons McCarthy (1990), alguns preferiran entrar en acció directament i, a través d'aquesta, generar aprenentatges propis extrets de la informació. D'altres tindran una predilecció per abordar la informació de manera reflexiva i generar els aprenentatges de

manera conceptual, a través del pensament, deduccions, i re-elaboracions. Novament podem establir una escala on cadascú podria posicionar-se segons la seva preferència.



Fig. 4b. Eix de processament.  
*Creació pròpia.*

És molt important destacar que, tot i que cadascú té el seu punt de màxima comoditat en les escales, els extrems no en són mai excloents sinó més aviat complementaris i igualment efectius i vàlids.

Superposant les escales en forma d'eixos de coordenades, es generen els 4 quadrants que formen la base del model 4MAT. Podem, aquí, identificar 4 combinacions de preferències, les 4 possibilitats resultants de combinar les predileccions per "Sentir" o "Pensar" i "Fer" o "Observar". Cadascuna d'aquestes combinacions, cadascun d'aquests quadrants, representa un estil d'aprenentatge, tipificant així els aprenents. Es poden resumir els estils d'aprenentatge del model 4MAT de la següent manera:

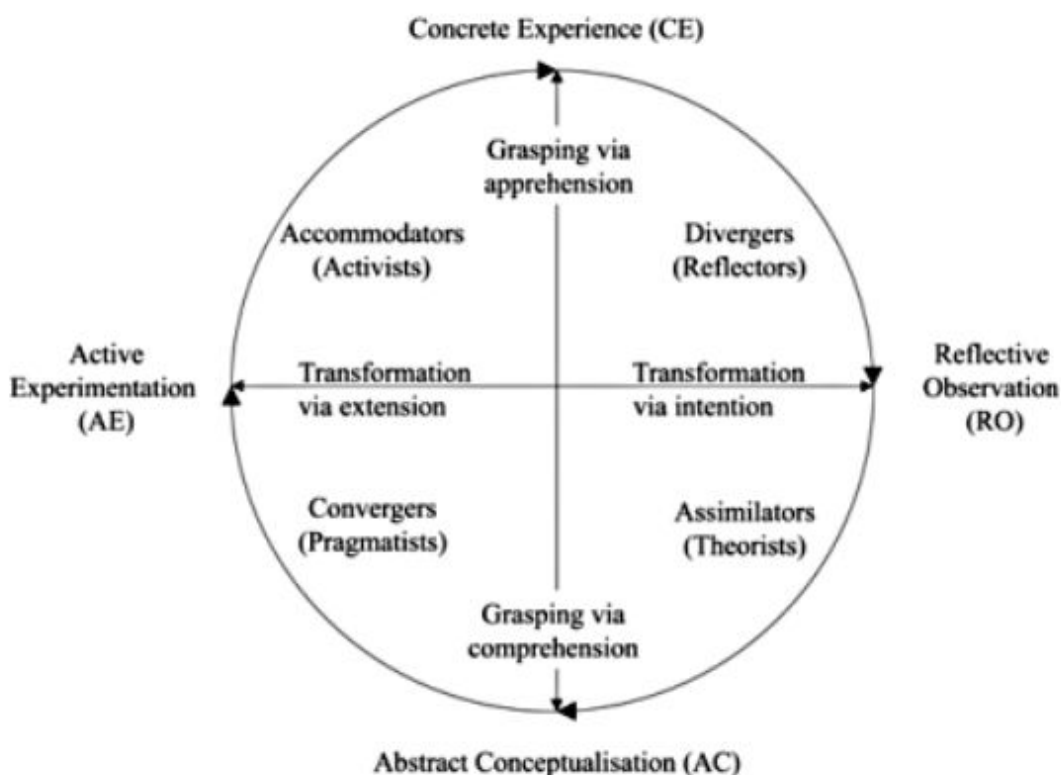


Fig. 5. Cicle d'aprenentatge i preferències d'aprenentatge. (cc) McCarthy (1990)  
*Using the 4MAT system to bring learning styles to schools.*

#### Aprenent de Tipus 1: Imaginatiu

L'important per a aquest alumne serà compartir experiències i idees i connectar l'aprenentatge fortament a l'experiència personal. La necessitat de reflexionar amb calma sobre les experiències i imaginar-ne de noves, generant així conceptes i idees mentalment, es fa palesa en la predilecció per



no entrar en acció fins haver tingut temps de processar mentalment totes les sensacions i sentiments que fonamenten una experiència i haver-ne extret aprenentatges concrets. Busquen la interacció interpersonal i el significat personal d'allò que estudien.

#### Aprenent de Tipus 2: Analític

Es tracta de l'alumne que necessita ser proveït d'informació en quantitat, conceptes, lectures i vídeos, per a després fer connexions lògiques, deduccions i re-elaboracions que el permetin generar coneixement. La combinació "Pensar" i "Observar" implica una adquisició del coneixement no experiencial (basada en el pensament) i un tractament reflexiu, veient-la des de fora, tot observant, i no un salt a l'acció ràpid. Busquen la competència intel·lectual i l'eficiència personal, sobre tot.

#### Aprenent de Tipus 3: Sentit Comú

Alumne molt racional, busca la funcionalitat a l'aprenentatge. Prefereix adquirir la informació de manera externa, objectiva i estructurada, i la posa en pràctica d'immediat per a assegurar els aprenentatges funcionals. Els conceptes són secundaris, mentre que l'èmfasi està en la pràctica. Són solucionadors de problemes, enfocats a les habilitats i la integració de teoria i pràctica. Immediatament busquen, per tant, com l'aprenentatge els pot ser útil.

#### Aprenent de Tipus 4: Dinàmic

La predilecció d'aquest alumne és l'aprenentatge per prova i error. Li agrada experimentar en primera persona, i actuar directament per tornar a provar, generant aprenentatges en aquest procés. Adaptable i entusiasmada amb les coses noves, busca diferents opcions o noves alternatives, aprenent a través de la pràctica lliure, trencant la estructura i prenent riscos.

Naturalment, no es pot classificar les persones perfectament en una de les quatre categories. Tanmateix, el marc que estableix permet adonar-se'n de com la majoria de metodologies usualment utilitzades a l'escola no es corresponen a les preferències d'alguns dels estils. Prendre'n consciència és el primer avantatge d'aquest model.

### Hemisfericitat del cervell

Una segona part d'aquest model és la hemisfericitat del cervell. (El terme hemisfericitat s'utilitza en aquest treball com a convenció, tot i no formar part del català normatiu). El cervell està anatòmicament subdividit en dos hemisferis, i en part també a efectes funcionals (Bogen 1969, 1975). Tots dos intervenen en el processament d'informació i tots dos són igualment importants. Tanmateix processen informació de maneres diferents i cada humà pot tenir una certa preferència per alguna de les dues alternatives. Segons les investigacions, el mode esquerre tendeix a considerar-se com a racional, analític, sistemàtic. Funciona molt bé dins d'estructures, buscant l'eficiència. És un pensament molt lògic i verbal, que funciona de manera seqüencial i per parts. En contraposició, el mode dret és global i visual. Funciona de manera intuïtiva, trobant patrons generals des d'una perspectiva on opinions i creences són part rellevant del processament de la informació.

4MAT té en compte aquesta característica a l'hora de plantejar el disseny d'experiències didàctiques: pretendrà donar activitat als dos hemisferis de cervell, per activar-lo en la seva totalitat. En el cas ideal, en cada quadrant s'hi realitzaran activitats que estimulin cadascun dels dos hemisferis.

### El cicle d'aprenentatge

La diversitat en els processos d'aprenentatge humans, concretament els estils i l'hemisfericitat del cervell, són els pilars del model 4MAT, que no es queda aquí. Un cop establert aquest marc, se'n dedueix la necessitat de dissenyar i crear experiències educatives que:

- (1) Ofereixin a tot estudiant la possibilitat de treballar en el seu estil predilecte.

(2) Aprofitin els avantatges de tots els diferents estils, ja que tots tenen beneficis generals independentment de la persona.

(3) Incloguin les dues formes de funcionar del cervell, per involucrar tot el cervell en conjunt.

Precisament això és el que aconseguix el Cicle d'Aprenentatge, o model 4MAT de disseny didàctic.

En cicle proposat, doncs, alterna activitats dels dos modes cerebrals, a l'hora que recorre tots les preferències d'aprenentatge, construint una sobre l'altra. D'aquesta manera, l'experiència és un continu ininterromput que oscil·la de mode a mode, tot partint de l'experiència personal, construint i practicant aprenentatges i finalment portant-los al món real i provant de fer-ne coses noves. Val la pena analitzar què passa en cada fase del cicle.

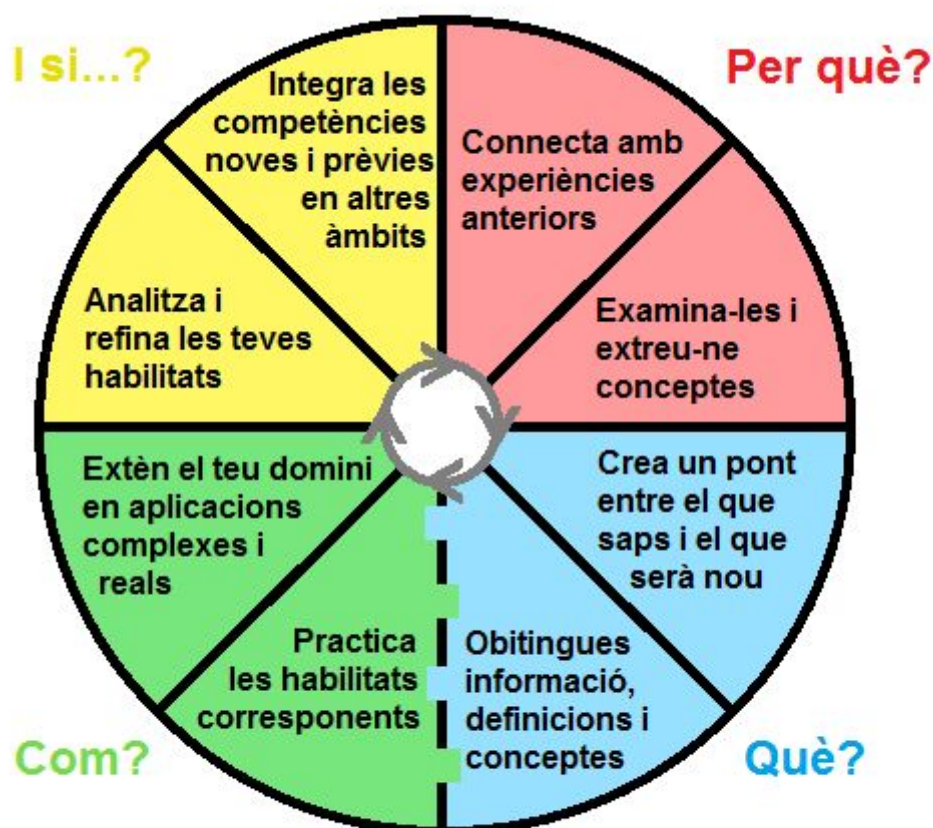


Fig. 6. El Model 4MAT. Cicle d'aprenentatge. *Creació pròpia.*

#### Primer Quadrant: Significat personal

La funció primera d'aquest quadrant, és a dir, de les activitats que el componguin, és captar i involucrar l'alumne en el procés d'aprenentatge. Això es fa dotant de significat personal aquest aprenentatge, a través de connectar amb les experiències anteriors dels estudiants (o creant-ne de noves) i analitzant-les reflexivament. Pel que hem vist anteriorment respecte a les preferències de Tipus 1, el factor personal i l'intercanvi de impressions és clau en aquest procés. L'alumne finalitza la primera part del cicle connectat de manera personal al tema i, per tant, al procés d'aprenentatge: ha donat resposta a la pregunta "Per què?".

### **Segon Quadrant: Contingut**

El segon pas del cicle comença amb la formació creativa de conceptes basats en l'experiència, per moure's finalment al desenvolupament teòric de conceptes i habilitats, en detall, encara basant-se en raonament i reflexió. Aquesta part del cicle està orientada a l'estil d'aprenentatge de Tipus 2 i, per tant, es basa en donar informació de manera clara i estructurada, arribant al detall en els conceptes, a l'alumne. En acabar les activitats corresponents a aquesta part del cicle, l'alumne haurà adquirit molta informació i haurà donat resposta a la pregunta "Què?".

### **Tercer Quadrant: Utilitat**

En aquesta part del procés, l'estudiant posa en pràctica el que ha après, de manera controlada i pautaada. Es busca l'aplicació útil del coneixement, trobar-ne la utilitat i pràctica, i desenvolupar habilitats. En una instància més avançada d'aquest pas, l'alumne introdueix la creativitat en la pràctica, afegint algun valor personal en la seva execució. Aquesta part del cicle permet als alumnes adquirir competència en el tema i els permet respondre a la pregunta "Com?".

### **Quart Quadrant: Creativitat**

El pas final del cicle d'aprenentatge dona a l'alumne l'oportunitat de provar coses noves i fer seu el que ha après. Inicialment les activitats porten a la identificació i anàlisi de la rellevància, utilitat i possibilitats d'aplicació dels nous aprenentatges: no centrant-se en el que òbviament pot fer-se'n, sinó obrint-se a la creativitat de trobar noves implementacions. En aquest quadrant també hi ha d'haver l'opció d'aplicar l'après a problemes més complexos, connectar-ho amb altres aprenentatges previs i aprendre a base de prova i error. Les activitats han de ser obertes a la creativitat, per permetre que l'alumne respongui a la pregunta "I si...?".

## **Avantatges del model 4MAT**

Aquest model de disseny d'experiències didàctiques té diversos punts forts, que sorgeixen de la importància que dona el model a tenir en compte la diversitat de l'alumnat, en quant a preferències en els processos d'aprenentatge, i en no deixar cap part del procés desatesa, a la vegada que involucra molts tipus de processos mentals per a provocar l'activació completa del cervell. Aquest èmfasi es tradueix en un cicle d'aprenentatge complet, que guia l'estudiant a través del procés i ajuda als docents a preparar l'experiència educacional de manera que sigui provocadora, interactiva, profunda, competencial, aplicada i creativa, per disseny.

Concretament, el primer avantatge està en el primer quadrant: completar aquesta primera fase exigeix la creació de significat personal envers el que es vol aprendre i, per tant, ha de captar l'atenció de l'alumne per continuar amb motivació la resta del procés. A més, assegura una font important d'exemples i manté la matèria connectada al món real. La connexió entre els continguts i el món real és un element clau en l'ensenyament per competències, ja que dona resposta a la pregunta "per què aprenc?" (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 13). 4MAT aposta per donar una importància a aquest tema equiparable a la que dona a la presentació de informació (segon quadrant).

Un altre avantatge significatiu és que 4MAT dona una importància igual de sensible a la pràctica (tercer quadrant), posant l'adquisició de coneixements i el desenvolupament d'habilitats al mateix nivell. Aquest és un punt clau, novament, en l'ensenyament per competències: contingut + habilitat + aplicació (Departament d'Ensenyament, 2009, p. 6). 4MAT ofereix un model a seguir per assegurar que no es perd l'èmfasi en les habilitats durant el procés, per a assegurar l'èxit en la seva adquisició. En la mateixa direcció, trobem que el quart quadrant implica l'aplicació del que s'ha après, la connexió amb coneixements previs i l'exploració de noves possibilitats: s'assoleix el tercer pilar del desenvolupament de competències, en totes les seves facetes.

Finalment, la rellevància que dona aquest model a la creativitat i exploració de noves opcions i oportunitats no només és clau per a un aprenentatge complet, sinó que permet als estudiants veure

l'impacte dels nous aprenentatges en la seva vida personal i relacionar-los amb aprenentatges preexistents. Això és vital de cara a que els alumnes no oblidin el que han après, i que per tant el procés d'aprenentatge acabi tenint un impacte positiu real en la seva vida. No només això, sinó que facilita als alumnes ser-ne conscients i, per tant, tenir una sensació de millora i creixement, clau per a la motivació.

Així doncs, com a resum, podem dir que el seguir el model 4MAT en el disseny d'experiències d'aprenentatge facilita la seva alineació amb els objectius de l'educació catalana, competencial:

1. El procés d'aprenentatge és veu motivat a través de la seva connexió amb el món de l'estudiant - quadrant 1.
2. S'adquireixen coneixements, s'aprenen els continguts necessaris - quadrant 2.
3. Es desenvolupen habilitats - quadrant 3.
4. S'aplica el que s'ha après per a la formació completa en la competència - quadrant 4.
5. S'és conscient del propi aprenentatge, de forma que les competències adquirides passen a ser part de la vida de l'alumne - quadrant 4.

Per anar més enllà en la comprovació, es considera la taula "És competencial aquesta unitat d'aprenentatge o projecte?" proposada com a eina de control de qualitat pel document *El currículum competencial a l'aula. Una eina per a la reflexió pedagògica i la programació a l'ESO* (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 33): una llista numerada de condicions a complir per a que una UD o Projecte pugui ser considerada competencial. La utilització del model 4MAT garanteix que molts d'aquests punts es compleixen d'entrada (i per tant donant la seguretat al docent de poder concentrar-se només en la resta). Figura 7, pàgina següent.

És competencial aquesta unitat d'aprenentatge o projecte?		
En relació amb les activitats plantejades		sí no
1	Responen a una seqüència d'aprenentatge lògica? Exploració d'idees prèvies – Introducció de nous continguts – Estructuració dels coneixements – Aplicació a la resolució de problemes	✓
2	Les situacions d'aprenentatge es plantegen amb preguntes o com a problemes per resoldre?	✓
3	Els continguts treballats es relacionen amb fets reals o problemes quotidians?	✓
4	Suposen aplicar coneixements adquirits i fer nous aprenentatges?	✓
5	Es facilita la relació de coneixements de diferents àrees?	✓
6	Es preveuen tasques que comporten l'ús d'habilitats cognitives de complexitat variada?	✓
7	L'alumnat coneix l'objectiu de les tasques?	✓
En relació amb l'ús de recursos i materials		sí no
8	S'utilitzen recursos i materials diversos?	✓
9	Estimulen la curiositat en l'alumnat?	✓
10	Connecten amb els seus interessos?	✓
En relació amb l'organització social de l'aula		sí no
11	Es fomenta l'autonomia?	✓
12	S'intervé amb preguntes adequades més que amb explicacions?	✓
13	Es complementa el treball individual amb el col·lectiu?	✓
En relació amb la diversitat		sí no
14	Es respecten els diferents ritmes de treball de l'alumnat?	
15	Es preveuen activitats multinivell?	
En relació amb l'avaluació		sí no
16	Es comparteixen amb l'alumnat els criteris d'avaluació i es comprova si se'ls han representat?	✓
17	Es comunica als alumnes els criteris de qualificació?	
18	Es preveuen espais amb estratègies per ajudar l'alumnat a identificar el que ha après i per comprendre les raons de les seves dificultats?	✓
19	Es preveuen espais per a la coavaluació o la posada en comú dels aprenentatges dels alumnes?	✓
20	En finalitzar la unitat es fan servir dinàmiques o instruments perquè els alumnes verbalitzin què han après, identifiquin en què han de millorar i es faciliten eines i recursos per aconseguir-ho?	✓

Fig. 7. Criteris d'aprenentatge competencial assolits a través de la implementació de 4MAT. *Modificació de: (cc) Departament d'Ensenyament (2018). El currículum competencial a l'aula.*

Així doncs, una UD o projecte dissenyats utilitzant el model 4MAT de manera "perfecta", teòricament complirà per definició 16 dels 20 criteris necessaris per poder ser considerada competencial. Els criteris no coberts són, principalment, els corresponents a l'avaluació (ja que 4MAT no la tracta com a tal) i la diversitat a l'aula. Aquest últim punt pot semblar contradictori, donat que 4MAT és un model basat precisament en la diversitat. La raó rau en que 4MAT atén a la diversitat assegurant diferents tipus d'activitat, per atendre les múltiples preferències en quant a estils d'aprenentatge, i el document *El currículum competencial a l'aula. Una eina per a la reflexió pedagògica i la programació a l'ESO* (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 33) s'aproxima a la diversitat en quant a nivell, demanant activitats multinivell. Tots dos són factors rellevants i han d'ésser tinguts en compte.

## Implementar 4MAT a l'ensenyament de la Tecnologia a l'ESO

L'autor no té constància de cap escola catalana on s'estigui utilitzant 4MAT actualment. Aquest treball pretén ser una crida a l'acció científica i una eina per a l'acció educativa, per a la utilització d'aquest model a Catalunya, donats els seus avantatges i la seva idoneïtat per a dissenyar experiències d'aprenentatge competencials.

Pot ser un problema del professorat trobar maneres de motivar l'alumnat i un mal generalitzat, a opinió de l'autor, que alumnes de l'escola secundària sovint acabin classes amb la sensació de no haver après res, i menys encara res d'útil. El model 4MAT pot ajudar a prevenir aquests potencials problemes. Em comparació amb les classes expositives tradicionals, complementades amb exercicis, mostra avantatges en aquests aspectes: les classes expositives complementades amb exercicis cobreixen els quadrants segon i tercer (o al menys ho pretenen) del Cicle d'Aprenentatge. Manca el primer quadrant, el destinat a provocar l'alumne i engrescar-lo, oferint-lo la possibilitat de donar significat personal al que està aprenent, arrel principal de la motivació interna en l'aprenentatge; i manca també el quart quadrant, on l'alumne integra coneixements i veu l'impacte positiu que tenen en la seva vida, obtenint així la sensació de millora i aprenentatge que els manca. Finalment, la incompletesa del model "*exposició i exercicis*", segons el model 4MAT, no permet atendre a la diversitat d'estils d'aprenentatge de l'alumnat, donant oportunitats desiguals als diferents alumnes.

Es pretén, doncs, afegir una nova eina al calaix del docent català de secundària, específicament en el cas de la tecnologia, per a l'eficaç disseny d'experiències educatives centrades en el desenvolupament de competències.

### El disseny d'Unitats Didàctiques basat en 4MAT

L'autor ha considerat la Unitat Didàctica com a experiència educativa com a mesura adequada per a un cicle d'aprenentatge. Possiblement cicles més petits (una única sessió) o més llargs (un conjunt d'unitats didàctiques) siguin possibles. Tanmateix, la planificació esperable en l'ESO a Catalunya té com a unitat de mesura la UD o el projecte (tal i com es presenta al document *El currículum competencial a l'aula. Una eina per a la reflexió pedagògica i la programació a l'ESO* (Departament d'Ensenyament, 2018, p. 39)), i per tant sembla raonable considerar-los com a cicles d'aprenentatge individuals. Donada la llargada temporal d'una sola sessió (entre una i dues hores), pretendre dissenyar un cicle d'aprenentatge en cadascuna és, a percepció de l'autor, exagerat en quant a detall i no realista.

### Instruccions i eines per al disseny d'UDs basat en 4MAT

A continuació, es guia el lector a través del disseny d'Unitats Didàctiques basades en aquest model, tot detallant els objectius de cadascun dels quadrants i com assolir-los. S'hi ofereixen exemples d'activitats que encaixen amb les diferents fases i s'explica com avaluar una experiència didàctica en les seves diferents parts. Es pressuposa, en aquest punt, que el docent ja ha seguit els procediments adients per a la definició d'objectius didàctics i competencials: aquests han de ser la base per a la presa de decisions en el transcurs del disseny de la programació didàctica.

Una UD s'haurà de compondre, segons 4MAT, de múltiples activitats que han de guiar l'alumne a través de l'experiència educativa, tot respectant les fases del cicle d'aprenentatge (McCarthy, 1990). És necessari, doncs, que la UD contingui un cicle complet (i, per tant, totes les fases) i que en cada quadrant hi hagi activitats diverses que activin tots dos hemisferis cerebrals.

Les propostes d'activitats que es relacionen en aquesta secció estan basades en els treballs de Bernice i Dennis McCarthy (McCarthy, 1990; McCarthy i McCarthy, 2006), Jeanine O'Neill-Blackwell (O'Neill-Blackwell, 2012), Clif St. Germain i Linda Lippitt (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002), a banda dels documents del Departament d'ensenyament (Departament d'Ensenyament, 2009, 2018), així com en l'experiència personal de l'autor d'aquest treball. L'autor n'ha extret propostes concretes

utilitzables a nivell d'ESO, en particular en l'àmbit de tecnologia. També es basen en aquestes obres i en les experiències personals pròpies els criteris de valoració proposats al final de cada secció.

### **Quadrant 1 - Per què?**

**Base:** Connectar amb experiències prèvies, entrar al procés d'aprenentatge partint d'allò conegut.

**Objectiu:** La primera part del cicle d'aprenentatge és, segons la model 4MAT, on es connecta l'alumne amb el tema a tractar. Aquesta part té com a funció trencar barreres entre l'alumne i el contingut, i endinsar-lo en tot el procés d'aprenentatge, motivar-lo. Al final d'aquesta fase, idealment, l'alumne ha donat significat personal i creu en el que el docent pretén ensenyar. Es dona un estat de cooperació a l'aula entre alumnes i docent, i entre alumnes entre ells, que en el cas ideal assegurarà un ambient positiu i constructiu en la resta del procés (McCarthy, 1990; O'Neill-Blackwell, 2012).

**Execució:** Respectant la metodologia 4MAT, primerament caldrà estimular l'hemisferi dret del cervell, el creatiu, donant via a la reflexió personal sobre experiències anteriors relacionades amb el tema tractat. En aquest primer moment, l'objectiu és crear cooperativament un conjunt de percepcions i impressions d'aprenentatge del que partir. La diversificació d'idees, el diàleg i la participació són claus (McCarthy, 1990; McCarthy, Germain i Lippitt, 2002). Una eina molt poderosa en aquest punt és, també, l'experimentació: la reflexió sobre experiències passades és encara més poderosa quan aquesta experiència és immediatament propera en el temps.

La segona fase per a assolir l'objectiu de "donar significat personal a l'aprenentatge" involucra l'hemisferi esquerre, el més racional, tracta d'examinar l'experiència i dotar d'estructura els pensaments sorgits de la reflexió. En aquest procés es jutgen els resultats del diàleg precedent i l'alumne reflexiona sobre el nivell de coneixements personal. El focus aquí és el de trencar percepcions per fer espai a nous coneixements i començar a assentar les bases d'una estructura de coneixements (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002).

**Rol del docent:** Moderador(a). Cal preguntar-se, a l'hora de preparar aquesta part: quines experiències tenen ja els alumnes en aquest contingut? Què els preocupa? De què parlen? Què els fa enrere? Què volen? (O'Neill-Blackwell, 2012)

### **Llista d'activitats possibles per aquest quadrant:**

Reflexió. Combinable amb d'altres activitats, per treure'n més suc. Possibles maneres de dur a terme la reflexió:

- Reflexió personal: escriure pensaments sobre un paper, o post-it. Descriure amb un dibuix el que s'associa amb el tema.
- Reflexió en parelles: parlar un tema en grupets de dos. Pot ser per ordre o en forma de diàleg.
- Reflexió en grups mitjans (4-6 alumnes). Compartir visions personals amb la resta.
- Reflexió grupal: tota la classe. Hi ha diferents possibilitats de moderació:
  - Lliure: aixecar la mà per tenir el torn de paraula.
  - En cercle (o "flashlight"): per ordre, tothom té el seu moment per parlar.
  - "La pilota": hi ha un objecte que els alumnes es van passant. Només qui el té pot parlar. Un cop acabat, escull a qui li passa l'objecte/pilota.
- Reflexió escalada: primer individual, després per parelles, grup petit si cal, i finalment grup gran. Permet als alumnes anar expandint pas a pas la seva zona de confort.
- Debat: dues o més opinions diferents són defensades per diferents grups d'alumnes. En aquest quadrant del cicle 4MAT, aquest debat no pretén ser preparat, sinó extreure i posar en comú allò que els alumnes ja saben.

Elements respecte als que realitzar la reflexió:

- Activitats prèvies a classe.

- Cites i frases fetes.
- Notícies recents (a l'àmbit de tecnologia sempre hi ha novetats).
- Conceptes nous inusuals (amb l'objectiu de veure quines són les primeres impressions de l'alumnat).
- Objectes tecnològics portats a l'aula pel docent o pels mateixos alumnes (anàlisi d'objectes improvisat).
- Imatges provocadores: el docent presenta un conjunt d'imatges i demana als alumnes que escullin aquella que més relacionin amb el concepte/tema a tractar. La reflexió es fa respecte al per què de la elecció.
- Històries i vivències dels alumnes relacionades amb el tema.
- Vídeo i clip de ràdio relacionat amb el tema, provocador.

Experimentació i reproducció d'escenaris reals: donar l'oportunitat als alumnes de viure allò que s'està estudiant. En tecnologia, això pot ser una sortida al parc d'atraccions, per exemple, per introduir conceptes de mecanismes; o fer-los editar un petit document digital, per enfrontar-los a la necessitat d'aprendre a construir-los i conèixer-ne les opcions (tema TIC). Posar els alumnes en situació d'usar els coneixements que aprendran en aquesta unitat provoca fortament la necessitat d'adquirir-los.

Veure-ho en acció: veure el resultat o inclús el procés de creació de quelcom amb les habilitats que desenvoluparan. Veure un petit cotxe fet amb arduino pel professor, o veure un vídeo del procés de programació d'un senzill joc amb Scratch fa que el sentit d'aprendre a muntar circuits elèctrics o a programar sigui més perceptible i, per tant, l'alumne se senti més connectat amb la matèria.

Plantejar el vocabulari bàsic: cerca del significat i posada en comú. Amb una breu cerca o un treball cooperatiu on cada alumne aporta el que sap, es pot introduir l'alumnat al tema corresponent, tot potenciant-ne la curiositat.

Història explicada pel docent: explicar un breu conte, amb les seves parts (protagonistes, presentació, nus, desenllaç) pot despertar la creativitat i facilitar a l'alumne començar a projectar el contingut del tema en la vida real, creant vincles. Per exemple, una història de nois i noies amb motos de diferent potència com a introducció del tema de la potència.

Resum i recapitulació de similituds i diferències: posterior a d'altres activitats i reflexions, col·leccionar punts de vista respecte al tema (propis i dels companys i companyes), i començar a dotar-los d'una estructura. Hi ha diverses possibilitats, tan individualment com en grup (molt interessant en aquest quadrant, com ja s'ha establert a l'inici de la secció), com per exemple:

- Llistes de pros i contres.
- Mapes mentals de les idees sorgides.
- Resum de les opinions majoritàries a la classe.
- Resum de les opinions personals pròpies que han canviat en el transcurs de les activitats i reflexions prèvies.

Autoavaluació: plantejament dels punts forts personals del tema a tractar (què se fer ja?) de les mancances (què necessito aprendre?). Lliure, guiada pel docent, amb una plantilla, ...

Establir objectius personals d'aprenentatge: redacció d'objectius personals per a la unitat. Opció: compartir per parelles a continuació, per ajudar-se i motivar-se mútuament a mantenir-ho.

**Avaluació del disseny:** Criteris a considerar en la reflexió i valoració de la UD.

Quadrant 1 - Primera fase (corresponent a l'hemisferi dret)

*Correcte:* Les activitats parteixen d'elements coneguts pels alumnes i n'extreuen l'opinió personal respecte al tema tractat.



*Notable:* A més dels criteris anteriors, s'encoratja la compartició d'experiències personals i la situació de partida no és només coneguda, sinó real.

*Excel·lent:* A més dels criteris anteriors, les activitats contenen alguna experiència viva, experimentació i acció, més enllà de la visualització/lectura i diàleg.

#### Quadrant 1 - Segona fase (corresponent a l'hemisferi esquerre)

*Correcte:* Aquesta fase està sòlidament connectada a la fase anterior i permet estructurar opinions i percepcions.

*Notable:* A més dels criteris anteriors, els sentiments i visions personals de cada membre del grup són protagonistes.

*Excel·lent:* A més dels criteris anteriors, es treballa en grups cooperatius, i s'extreuen conclusions de l'anàlisi de les experiències col·lectives.

#### **Quadrant 2 - Què?**

**Base:** Presentar a l'alumne els continguts necessaris i permetre la correcta comprensió teòrica dels conceptes.

**Objectiu:** El segon quadrant de 4MAT està dedicat a dotar l'alumne de la informació necessària per al desenvolupament competencial. Partint del que l'alumne ja sap, i integrant-ho en el nou contingut, cal construir les bases teòriques i assegurar una correcta concepció per part de l'alumne, així com una estructura mental dels continguts. (McCarthy, 1990; O'Neill-Blackwell, 2012).

**Execució:** Respectant la metodologia 4MAT, primerament caldrà activar l'hemisferi dret del cervell, el creatiu i relacional: cal construir un pont entre els coneixements subjectius de l'estudiant i els nous continguts a aprendre. En aquest primer pas, la visualització d'imatges, la simbologia i les metàfores són els elements clau, que permeten començar a conceptualitzar noves idees (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002).

La segona fase de l'execució del segon quadrant és passar el pensament objectiu, racional, tot activant l'hemisferi esquerre del cervell. El punt fort són ara els conceptes, els fets, les dades, les teories generals. Dins, necessàriament, d'una sòlida estructura que segueixi construint sobre les fases anteriors (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002). Les connexions personals establertes anteriorment són el motor del pensament conceptual.

**Rol del docent:** Presentador(a). Cal preguntar-se, a l'hora de preparar aquesta part: Què necessiten saber els meus alumnes per dominar aquestes competències? Quins són els conceptes clau que els permetran entendre i comprendre sense inundar-los d'informació? Quins punts he d'emfatitzar per facilitar la comprensió? (McCarthy i McCarthy, 2006)

#### **Llista d'activitats possibles per aquest quadrant:**

Pre-visualització de conceptes: Presentar el concepte com a imatge, de manera general, inclús metafòrica. Ja sigui amb una imatge projectada, dibuix a la pissarra, demostració amb un objecte... molts conceptes físics de l'assignatura de tecnologia es poden mostrar amb objectes de l'aula.

Classe Magistral: Una manera eficient de transmetre molta informació en poc temps. Degut als temps d'atenció limitats dels alumnes, molt significatius a l'ESO, minimitzar el temps de conferència i fer-la interactiva són punts a tenir en compte per a mantenir l'atenció.

- Humor
- Connectar els conceptes amb la vida diària dels alumnes sempre que sigui possible
- Encoratjar que els alumnes facin preguntes

- Demanar-los parafrasejar parts importants
- Fer-los preguntes per comprovar la comprensió
- Donar-los temps per pensar, assimilar, i generar preguntes

De cara a una presentació efectiva del contingut:

- Emfatitzar els punts clau de manera organitzada
- Presentar elements de manera seqüencial
- Estructurar els continguts

Visualitzar els continguts és també vital:

- Ús de la pissarra
- Diapositives
- Imatges impreses (poden enganxar-se a la pissarra també, incrementant-ne la interactivitat)
- Mostrar físicament objectes dels que es parla
- Organitzadors visuals
  - Mapes mentals
  - Diagrames, línies temporals (o altres escales)
  - Esquemes
  - Dibuixos

Treball sobre text: lectura, recerca lliure, resposta a preguntes...

"Guest speakers": similar a la classe magistral, però impartida per un expert. Si els alumnes tenen temps de preparar preguntes anteriorment, es pot focalitzar l'activitat en donar-hi resposta.

Vídeos explicatius: projectats a l'aula, o visualitzats a casa. Potencialment comentats pel docent.

Demostracions: execucions en directe amb explicacions.

Històries: presentació dels continguts a través d'una història explicada pel docent.

Treball en grups: aprenentatge cooperatiu, treballant conjuntament per adquirir els continguts. Existeixen múltiples formats d'aprenentatge cooperatiu, com ara el Puzzle (Clarke, 1994). Una altra opció és la generació de preguntes en grup, que el docent resolgui després en públic.

Presentació d'informació per part dels estudiants: mitjançant les exposicions orals, prèvia investigació.

Comparació d'informació antiga amb informació actual: comparar les situacions tecnològiques passades amb les actuals pot no només incrementar la consciència dels alumnes sinó també contextualitzar l'aprenentatge.

Sortides: les sortides i visites són una oportunitat per a realitzar la part informativa del temari en presència directa d'allò que s'està explicant.

**Avaluació del disseny**: Criteris a considerar en la reflexió i valoració de la UD.

Quadrant 2 - Primera fase (corresponent a l'hemisferi dret)

*Correcte*: Les activitats estableixen un pont de connexió entre les conclusions personals del primer quadrant i els conceptes a presentar en el segon, i aquests es visualitzen de manera general abans de ser introduïts.

*Notable*: A més dels criteris anteriors, es disposa d'elements visuals metafòrics per descriure els conceptes principals, donant una visió global dels continguts.

*Excel·lent*: A més dels criteris anteriors, les descripcions conceptuals i imatges són autosuficients per a la comprensió dels continguts claus, mostrant la simplicitat subjacent a la complexitat dels detalls.

### Quadrant 2 - Segona fase (corresponent a l'hemisferi esquerre)

**Correcte:** S'expliciten connexions amb el món real de l'alumne i els continguts es presenten de manera estructurada.

**Notable:** A més dels criteris anteriors, els continguts se centren en la comprensió de conceptes i raons, i no en la memorització. S'utilitzen suports visuals i auditius.

**Excel·lent:** A més dels criteris anteriors, es retorna constantment als conceptes principals mantenint un fil conductor emfatitzador i s'estableixen connexions directes amb continguts d'altres matèries.

### **Quadrant 3 - Com?**

**Base:** Provar i aplicar el que s'ha après, desenvolupar habilitats.

**Objectiu:** El tercer quadrant del model 4MAT té per objectiu portar la teoria a la pràctica i usar els continguts adquirits per a desenvolupar habilitats rellevants, de cara a l'assoliment de competències. És important que l'alumne sigui al centre del procés, i tingui l'oportunitat de executar aplicacions bàsiques i anar creixent en complexitat, tot rebent-ne retroalimentació i suport del docent, que adopta un rol de mentoria. Les habilitats a desenvolupar han de posar-se en connexió amb la vida real i tenir utilitat fora de l'aula. (McCarthy, 1990; O'Neill-Blackwell, 2012).

**Execució:** Respectant la metodologia 4MAT, primerament caldrà que l'alumne prengui les regnes del seu aprenentatge i apliqui el que ha après. Realitzarà exercicis basats en la realitat, seguint passos teòrics i amb tot el suport necessari. Això posa èmfasi en el mode cerebral esquerre: hi ha procediments que funcionen, respostes correctes i productes generats que demostrin l'habilitat en desenvolupament de l'alumne, desde una perspectiva objectiva. Reforç a través de la manipulació reiterada de la realitat. (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002)

No pot deixar-se de banda l'altre hemisferi cerebral en aquest quadrant, tampoc: un cop practicades les habilitats en la implementació dels conceptes principals, és hora d'alliberar la creativitat per personalitzar l'aprenentatge, provar idees pròpies, i buscar els límits del propi coneixement, de l'habilitat personal (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002). La "customització" de projectes i la visió d'aquests com a "terreny de joc" on realitzar proves són la clau.

**Rol del docent:** Mentor(a). Cal preguntar-se, a l'hora de preparar aquesta part: Quines són les habilitats que ha de desenvolupar l'alumne? Quins comportaments els portaran a resultats d'èxit? Quines habilitats són clau per ser competent en aquests comportaments? (O'Neill-Blackwell, 2012)

#### **Llista d'activitats possibles per aquest quadrant:**

**Exercicis:** Han de permetre practicar les habilitats des de un nivell bàsic fins a desenvolupar-les al nivell desitjat. A l'hora d'utilitzar exercicis (preguntes, problemes) a l'aula, alguns detalls tenen especial rellevància per a assolir els objectius del model 4MAT:

- En introduir-los, connectar-los amb les experiències i activitats realitzades fins al moment. Connectar-los també amb l'experiència educativa en general, posant focus en la raó de ser de realitzar-los.
- Definir concretament els criteris d'avaluació
- Definir clarament limitacions (com per exemple temps límit)
- Oferir com a suport instruccions per passos (acció de mentoria per part del docent)
- Donar temps per a l'autoavaluació
- Aconseguir compromís en com utilitzaran els resultats de l'avaluació per a millorar

Treball de camp: sortida al món dels alumnes, a fàbriques, al carrer... desenvolupar les habilitats directament on s'utilitzen en el món real.

Simulacions del món real i "role play": quan no es pot sortir, simular situacions reals. A través del joc de rols es poden fer més personals les experiències de pràctica d'habilitats.

"Quizzos": poden ser analògics o digitals. Serveixen com a prova/valoració ràpida dels conceptes principals o les habilitats bàsiques a desenvolupar i permeten la valoració personal del nivell d'aprenentatge.

Estudis de cas: analitzar un cas real amb el bagatge teòric en ment, per a relacionar conceptes i veure la seva aplicació en la realitat.

Projectes: portar a la pràctica física les habilitats adquirides, i obtenir-ne un producte. El resultat és una validació física de les habilitats desenvolupades.

- Projecte obert: permet la customització i personalització del producte final, porta a l'exploració dels límits de les habilitats pròpies i a la connexió personal amb els aprenentatges.

Treball sobre documents reals (per exemple plànols): posar directament en contacte, a través de la pràctica, continguts conceptuals i el món real.

Síntesi dels continguts: Permet la re-elaboració personal i demana a l'alumne que n'extregui els conceptes principals, que seran la base de les habilitats a desenvolupar.

Definició de criteris d'avaluació per part dels alumnes: els porta un nivell cognitiu més enllà i implica la correcta comprensió de les habilitats desenvolupades.

Creació d'exercicis per part dels alumnes: i la seva resolució (un mateix o intercanviant-los entre company(e)s). L'alumne arriba a una elevada comprensió de les habilitats adquirides i les domina.

**Avaluació del disseny**: Criteris a considerar en la reflexió i valoració de la UD.

Quadrant 3 - Primera fase (corresponent a l'hemisferi esquerre)

*Correcte*: La pràctica sorgeix dels conceptes treballats i la informació rebuda anteriorment, i en el procés es rep suport per part del docent.

*Notable*: A més dels criteris anteriors, es connecten les activitats amb la realitat de l'alumne, i es dissenyen de tal manera que la informació sigui revisada i repassada.

*Excel·lent*: A més dels criteris anteriors, en les activitats hi ha l'oportunitat de prendre noves coses a través de l'acció i la pràctica.

Quadrant 3 - Segona fase (corresponent a l'hemisferi dret)

*Correcte*: Les activitats contenen llibertat de personalització dels productes. També estan dissenyades per a permetre la valoració del propi nivell d'aprenentatge.

*Notable*: A més dels criteris anteriors, existeixen elements de joc i descoberta en les activitats, que puguin sobtar o encuriosir l'alumnat.

*Excel·lent*: A més dels criteris anteriors, es donen casos on l'alumne es mou per alguna hipòtesi, que les activitats permeten comprovar.

#### Quadrant 4 - I si...?

**Base:** Aplicació real i pla d'implementació futura.

**Objectiu:** El quart quadrant té per objectiu principal la transferència dels aprenentatges a la vida de l'alumne, consolidant la seva capacitat d'aplicació (i per tant completant el cicle de desenvolupament de la competència), així com obtenir compromís de l'alumne en la utilització i millora posteriors (fora de l'aula) (McCarthy, 1990; O'Neill-Blackwell, 2012). Els alumnes són, finalment, plenament conscients de les competències adquirides.

**Execució:** Segons 4MAT, el quart quadrant del cicle d'aprenentatge comença amb la reflexió crítica del coneixement adquirit fins al moment i el sorgiment de preguntes i dubtes en relacionar els nous conceptes amb els coneixements previs. El refinament del treball realitzat en el tercer quadrant, millorant-lo des d'una perspectiva global, ha de portar l'alumne a establir aquestes connexions i a donar valor a les habilitats adquirides. (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002)

Finalment, i activant la funció cerebral més orientada cap a la creativitat (hemisferi dret), l'alumne ha de poder crear quelcom de valor personal, aplicar l'aprenentatge per adquirir valor, i celebrar-lo (McCarthy, Germain i Lippitt, 2002). També en aquest pas es comparteixen èxits i intencions futures.

**Rol del docent:** Avaluator(a) i suport. Cal preguntar-se, a l'hora de preparar aquesta part: Com dono l'oportunitat als alumnes de obtenir valor personal de l'aprenentatge? Com els ajudo a ser conscients del que han après? Com medim l'èxit? Com puc donar suport a la futura aplicació i millora d'aquestes competències? (O'Neill-Blackwell, 2012)

#### Llista d'activitats possibles per aquest quadrant:

Què s'ha après: elaborar un text que resumeixi els continguts clau apresos, les habilitats adquirides i les aplicacions realitzades. Comparar el que s'ha après amb el punt de partida i reflexionar-hi. Preferiblement, obrir la reflexió a tot el grup i propiciar la interacció.

Projecte obert: un projecte que és, o inclou una part, de llibertat per als alumnes. Ells escullen que volen aconseguir segons l'interès personal de cadascú.

Projecte multidisciplinari: combina els aprenentatges de diverses matèries, posant en connexió competències diverses. Ajuda a integrar coneixements i aprenentatges.

Compartir èxits: ja sigui verbalment o per escrit, ja sigui amb la classe o el món exterior, compartir històries d'èxit personal de cada alumne contribueix a la consciència d'aprenentatge. Algunes possibilitats a l'escola:

- Fer els resultats accessibles a tota la comunitat educativa.
- Fira de tecnologia on es presenten els projectes.
- Demostracions dels projectes a l'hora del menjador.
- Reportatge per a la revista escolar.

Auto i co-avaluació: donar l'oportunitat a que els alumnes donin i rebin "feedback" dels seus companys, i avaluin la pròpia competència. Per a l'autoavaluació, el docent pot oferir plantilles, fitxes, "checklists", escales o preguntes per a guiar la reflexió de l'alumne. Els alumnes també poden estar involucrats en el procés d'avaluació de la matèria, participant en la definició dels criteris d'avaluació.

Portar un portafoli: ja sigui específic per a una matèria o general. Un document on anar deixant constància (escrita, visual, creativa, ...) d'aquells aprenentatges que es van adquirint al llarg del curs.

Cerca de noves aplicacions: que els alumnes investiguin, cerquin i plantegin, a mode de pluja d'idees, aplicacions alternatives al que s'ha après. Preferiblement en grup i compartint els resultats.

Plans futurs: definir plans personals d'aplicació futura i de millora. Val la pena compartir-los, per exemple per parelles, per a potenciar el compromís (ja que queda fora de tot control per part del docent - l'alumne adquireix la propietat completa del procés d'aquí en endavant).

**Avaluació del disseny:** Criteris a considerar en la reflexió i valoració de la UD.

Quadrant 4 - Primera fase (corresponent a l'hemisferi esquerre)

*Correcte:* L'alumne rep "feedback" avaluatiu i té la oportunitat d'autoavaluar el seu propi aprenentatge. Aquesta avaluació no és basada en la repetició de continguts sinó en la demostració de l'aplicació d'habilitats.

*Notable:* A més dels criteris anteriors, s'obté el compromís de l'alumne en la utilització i millora posteriors, a través d'activitats que ho propiciïn, i se'n celebren els èxits.

*Excel·lent:* A més dels criteris anteriors, l'alumne forma part del procés de decisió dels criteris d'avaluació de la unitat.

Quadrant 4 - Segona fase (corresponent a l'hemisferi dret)

*Correcte:* Hi ha activitats amb final obert i múltiples possibles solucions, i l'alumne té diferents oportunitats per demostrar el domini de les competències de la unitat.

*Notable:* A més dels criteris anteriors, les activitats motiven les innovacions pròpies dels alumnes, i permeten redirigir-se cap als seus objectius personals.

*Excel·lent:* A més dels criteris anteriors, es treballa com a valor el "fer una diferència al món", i el aplicar allò après per millorar la vida personal.

## Exemple d'Unitat Didàctica dissenyada usant 4MAT

A continuació es planteja el disseny d'una unitat didàctica basat en 4MAT. Es tracta d'una UD corresponent a "Màquines i Mecanismes", de la que es presenten aquí els objectius didàctics i la seqüència didàctica. La resta d'aspectes del disseny (competències bàsiques, criteris d'avaluació curriculars, etc.) es poden trobar a la taula completa (ANNEX: Programació d'Unitat Didàctica, pàgina 39).

NOM DE LA UNITAT: Màquines i Mecanismes	NIVELL: 3er ESO	TRIMESTRE: 2on	PROFESSOR/A A. Balcázar
<b>OBJECTIUS DIDÀCTICS</b>			
1 - L'alumne ha de ser capaç d'explicar el funcionament de palanques, rodes (i politges), el pla inclinat (i el cargol) i les transmissions per cinta i cadena i comparar les seves funcions.			
2 - L'alumne ha de ser capaç de calcular el rendiment de palanques, rodes (i politges), el pla inclinat (i el cargol) i les transmissions per cinta i cadena.			
3 - L'alumne ha de ser capaç de manipular màquines simples.			
4 - L'alumne és capaç de planificar i organitzar els seus recursos i aconseguir els objectius en equip.			
5 - L'alumne serà capaç d'adquirir informació (llegir-la d'un text, veure un vídeo, etc.) sintetitzar-la i transmetre-la.			
6 - L'alumne és capaç de funcionar de manera correcta i respectuosa en societat.			

<b>RESUM AVALUACIÓ</b>  <i>Llista d'elements d'avaluació i pesos.</i>	<i>Kahoot I (qüestionari online multiresposta) - 5%</i> <i>Kahoot II - 15%</i> <i>Entregables individuals - 15%</i> <i>Quadern d'aprenentatge - 5%</i> <i>Actitud - 10%</i> <i>Projecte - 50%</i> <i>    Prototip final (grup) - 10%</i> <i>    Observació procés (grup) - 10%</i> <i>    Memòria (grup) - 15%</i> <i>    Explicació funcionament (individual) - 15%</i>
<b>CONTINGUTS DIDÀCTICS:</b> 1 - CD1: Les palanques (funcionament, tipus i càlcul) 1 - CD2: Rodes i politges (funcionament i càlcul) 1 - CD3: El pla inclinat i cargols (funcionament i càlcul) 2 - CD4: Transmissió de moviment (funcionament segons tipus i càlculs) 3 - CD5: Normes de funcionament d'un equip 3 - CD6: Llistar materials i quantificar el temps del que es disposa 4 - CD7: Síntesi d'informació i coherència	

La seqüència didàctica està codificada amb colors per a la seva interpretació en funció del cicle del 4MAT:

Llegenda:	Quadrant 1	Quadrant 2	Quadrant 3	Quadrant 4
-----------	------------	------------	------------	------------

SEQÜÈNCIA DIDÀCTICA			
Activitat	Recursos i materials	Temporització	Espai emprat i organització de l'alumnat
<b>Sessió 1, AULA (grup complet):</b> Portar una petita politja a l'aula, físicament. Fer-la accionar per un voluntari. Per a què serveix? Vídeo de construcció de piràmides + reflexió grupal respecte a l'avenç tecnològic que pot representar la politja. Pluja d'idees de politges (i després palanques, engranatges, ...) en el món dels alumnes.			
Portar una petita politja a l'aula, físicament. Fer-la accionar per un voluntari. Pregunta: per a què serveix?	Politja	5'	Aula usual, disposició adequada per veure l'objecte
Visualització d'un vídeo sobre la construcció de piràmides.	Projector, Vídeo	10'	Aula usual, disposició adequada per veure la pantalla
Reflexió grupal: quin avenç tecnològic pot representar la politja? Si sobra temps, també palanca, engranatge...		30'	Aula usual, disposició semicircular
Pluja d'idees de politges (i després palanques, engranatges, ...) en el món dels alumnes.	Pissarra	15'	Aula usual, disposició semicircular
[Deures] Màquines simples: llistar elements i breus descripcions	Internet	a casa (aprox 30min)	a casa

<b>Sessió 2, TALLER (mig grup):</b> Presentació del problema d'optimització moviment de pesos (com a versió a escala d'un problema real). Pluja d'idees de solucions. Connectar-ho amb el model genèric de màquina plantejada: en base als resultats dels deures, identificar les parts. Formació de grups i disseny propi inicial.			
Presentació del problema d'optimització moviment de pesos (com a versió a escala d'un problema real).	"Slides", notícia diari	10min	Aula taller, disposició adequada per veure la pantalla
Pluja d'idees de solucions.	Pissarra	5min	Aula taller, disposició que permeti el diàleg
Connectar-ho amb el model genèric de màquina plantejada: en base als resultats dels deures, identificar les parts.	Model físic, diapositiva disseny	10min	Aula taller, disposició que permeti observar el model
Formació de grups i disseny propi inicial.	Fitxa projecte	25min	Aula taller, en grups de 4
[Deures] "Flipped Classroom": Veure vídeo sobre palanques per a la flipped classroom següent	Vídeo palanques (internet)	15min	a casa
<b>Sessió 3, AULA (grup complet):</b> "Flipped classroom". Han vist a casa el vídeo sobre palanques. El docent agafa un dels exemples de palanques al món real de la sessió 1 donat per algun alumne i fa un exemple de càlcul a la pissarra. Després, realització de càlculs individualment (demanant ajuda al docent si cal). Valorar passar a grups segons comportament.			
"Flipped classroom". Han vist a casa el vídeo sobre palanques. Dubtes generals?	Pissarra	10'	Aula usual, disposició adequada per veure el docent
El docent agafa un dels exemples de palanques al món real de la sessió 1 donat per algun alumne i fa un exemple de càlcul a la pissarra.	Pissarra	10'	Aula usual, disposició adequada per veure la pissarra
Realització de càlculs individualment (demanant ajuda al docent si cal). Valorar passar a grups segons comportament.	Enunciats exercicis	40'	Aula usual. Disposició individual, potencialment en grups
[Deures] "Flipped Classroom": Veure vídeo sobre politges per a la flipped classroom següent (S5)	Vídeo palanques (internet)	15min	a casa
<b>Sessió 4, TALLER (mig grup):</b> Càlcul de la palanca del projecte, inici de la construcció del projecte			
Càlcul de la palanca del projecte	Fitxa projecte	10min	Aula taller, disposició per grups
Construcció del projecte	Materials taller, eines	50min	Aula taller, disposició per grups
<b>Sessió 5, AULA (grup complet):</b> "Flipped classroom". Han vist a casa el vídeo sobre politges. El docent agafa un dels exemples de politges al món real de la sessió 1 donat per algun alumne i fa un exemple de càlcul a la			



<i>pissarra. Després, realització de càlculs individualment (demanant ajuda al docent si cal). Valorar passar a grups segons comportament.</i>			
<i>"Flipped classroom". Han vist a casa el vídeo sobre politges. Dubtes generals?</i>	Pissarra	10'	Aula usual, disposició adequada per veure el docent
<i>El docent agafa un dels exemples de politges al món real de la sessió 1 donat per algun alumne i fa un exemple de càlcul a la pissarra.</i>	Pissarra	10'	Aula usual, disposició adequada per veure la pissarra
<i>Realització de càlculs individualment (demanant ajuda al docent si cal). Valorar passar a grups segons comportament.</i>	Enunciats exercicis	40'	Aula usual. Disposició individual, potencialment en grups
<b>Sessió 6, TALLER (mig grup): Càlcul de la politja del projecte, construcció del projecte</b>			
<i>Càlcul de la politja del projecte</i>	Fitxa projecte	10min	Aula taller, disposició per grups
<i>Construcció del projecte</i>	Materials taller, eines	50min	Aula taller, disposició per grups
<b>Sessió 7, AULA (grup sencer): Sessió d'aprenentatge cooperatiu: Puzzle. (inclou el pla inclinat i les transmissions - corda, cadena i engranatge)</b>			
<i>Sessió d'aprenentatge cooperatiu: Puzzle. (inclou el pla inclinat i les transmissions - corda, cadena i engranatge)</i>	Textos impresos amb exemples de càlcul	10min individual 10min experts 40min - retorn als grups	Aula usual, disposicions diverses: - individual - grups experts - grups generals
<i>Resolució de dubtes restants</i>	Pissarra	10min	Aula usual, disposició usual
<i>[Deures] Entregables dels temes tractats</i>	Enunciats	a casa (temps variable, 30min - 2h)	a casa
<b>Sessió 8, TALLER (mig grup): Càlcul de les transmissions del projecte, finalització i "customització" del projecte, recull de preguntes per al Kahoot</b>			
<i>Càlcul de les transmissions del projecte</i>	Fitxa projecte	15min	Aula taller, disposició per grups
<i>Construcció del projecte: finalització</i>	Materials taller, eines	15min	Aula taller, disposició per grups
<i>Construcció del projecte: "customització"</i>	Materials taller, eines	25min	Aula taller, disposició per grups

<i>Cada alumne proposa per escrit dues preguntes per als Kahoots</i>	Papers	5min	Aula taller
<b>Sessió 9, AULA (grup sencer): Kahoot I (fet amb 10 preguntes dels alumnes) de conceptes rellevants, Quadern d'aprenentatge, Objectius personals i compartir en parelles</b>			
<i>Kahoot I (fet amb 10 preguntes dels alumnes): conceptes rellevants</i>	Kahoot, projector, mòbils	15min	Aula usual, disposició que permeti veure la pantalla
<i>Quadern d'aprenentatge (recull fins al moment i objectius per a la sessió 10 i futures implementacions)</i>	Quadern d'apren.	35min	Aula usual, disposició individual
<i>Compartir per parelles els objectius del Quadern</i>	Quadern d'apren.	10min	Aula usual, disposició per parelles
<b>Sessió 10, TALLER (mig grup): Fira de prototips i Kahoot II (15 preguntes, de les proposades pels alumnes)</b>			
<i>Fira de prototips (el docent rep explicació de cadascun dels alumnes)</i>	Prototips	40min	Aula taller, per grups
<i>Kahoot II (15 preguntes, de les proposades pels alumnes)</i>	Kahoot, projector, mòbils	20min	Aula taller, distribució que permeti veure la pantalla

El desenvolupament complet de la UD es pot trobar al ANNEX: Programació d'Unitat Didàctica (pàgina 39), on s'especifiquen els blocs curriculars, les competències associades, continguts curriculars, criteris d'avaluació curriculars, continguts clau associats, etc., d'acord amb els documents normatius i de suport del Departament d'Ensenyament (Departament d'Ensenyament, 2009, 2015a, 2015b, 2018). També es detallen atenció a la diversitat, criteris d'avaluació, i possible relació amb d'altres assignatures del nivell.

Tal i com està dissenyada aquesta unitat, segueix la normativa actual de l'ESO catalana i, simultàniament, respecta els principis del model 4MAT: es completa el cicle d'aprenentatge amb totes les seves fases, es treballen activitats variades per a totes les preferències i l'activació cognitiva de tots dos hemisferis cerebrals i es dona importància rellevant a tots els quadrants. Es, però, només un exemple, i les possibilitats de disseny d'unitats seguint el model 4MAT són obertes.

Utilitzar aquest model com a eina ha implicat, en el disseny d'aquesta unitat, els següents punts a considerar:

- La relació a establir entre els continguts i el món de l'estudiant ha tingut molt de pes, ja que és la base del primer quadrant. Ha obligat l'autor a sortir de la mentalitat de "Fer alguna pregunta provocadora o donar algun exemple real abans d'entrar en la teoria" i dedicar un seguit important d'activitats a establir aquesta connexió.
- Respectar aquest primer quadrant també a implicat donar espai al diàleg a l'inici de la unitat i a la compartició de visions personals, possiblement amb un impacte molt positiu en la motivació d'alguns alumnes.
- S'han aprofitat les activitats de creació de coneixement comú del primer quadrant per introduir la teoria de manera natural, partint de conceptes senzills ja coneguts pels estudiants.
- El fet que la presentació de continguts, la teoria, fos només una part de quatre, ha portat a la necessitat de trobar maneres eficients i més àgils, idealment, que la classe magistral. En aquest sentit, la "Flipped Classroom" dona molt de joc, accelerant la part teòrica i oferint ràpidament un pas a la pràctica.

- La tècnica del puzzle d'Aprenentatge Cooperatiu també ha estat una eina molt útil per minimitzar la classe expositiva i donar autonomia en l'aprenentatge: idealment propiciant la personalització dels aprenentatges i la curiositat dels alumnes.
- La utilització d'aquestes tècniques implica la reducció del control del docent a l'aula, a nivell de continguts. És clau per tant que hi hagi també moments comuns i oportunitats per als alumnes per resoldre dubtes preguntant al docent. En aquest sentit, la "Flipped Classroom" mostra novament els seus beneficis.
- El pas al tercer quadrant, on els primers exercicis es basen en els exemples aportats pels alumnes a la primera sessió, pot ser un punt molt fort per a connectar aprenentatges i involucrar-los. Comporta, tanmateix, un treball extra per part del docent en preparar exemples i exercicis diferents per a cada classe.
- En el tercer quadrant, el punt fort és el projecte. És important mantenir la part de "customització" del prototip, com a mínim, per garantir la personalització dels aprenentatges. Un projecte més obert assoliria un nivell més d'alineació amb el model 4MAT.
- Un punt molt interessant que, en certa manera, requereix 4MAT, és el d'involucrar els alumnes en els criteris d'avaluació. En aquest cas, això s'aconsegueix en part a través dels Kahoots, on són ells mateixos els que proposen preguntes. D'altra banda, la auto-valoració a través del Quadern d'aprenentatge també els permet decidir quins són els punts d'aprenentatge més importants per ells.
- El procés d'avaluació amb els Kahoots també aporta el següent benefici: amb el primer (de poc pes a la nota) l'alumne pot valorar els coneixements actuals. A continuació té l'oportunitat de seguir reflexionant amb el Quadern, i establir objectius d'aprenentatge de cara al segon Kahoot (i més enllà). El segon Kahoot dóna la oportunitat de demostrar aquest aprenentatge autònom i l'assoliment d'aquests objectius.
- Una complicació que porta aquesta unitat és que, degut a la quantitat d'activitats que necessiten ésser avaluades, la nota es divideix en moltes petites fraccions, dificultant una visió més global del rendiment de l'alumne a l'assignatura, i comportant una alta dedicació en la correcció dels elements avaluable per part del docent.
- Finalment, val la pena comentar que la fira de prototips té un gran potencial en el sentit de fer públic l'aprenentatge i celebrar l'èxit: es pot realitzar en algun lloc de l'escola més públic que l'aula de tecnologia, els prototips poden quedar exposats durant força temps, se'n pot fer un reportatge per alguna assignatura de llengua... El quart quadrant de 4MAT motiva aquest tipus d'activitats.

Naturalment, aquestes reflexions com a tals estan limitades a aquesta unitat en particular. Tanmateix, molts punts són extrapolables al disseny d'UDs basat en 4MAT, tant beneficis com inconvenients. En general, es pot dir que 4MAT empeny el docent cap a certes bones pràctiques i que tenir en compte tot el cicle d'aprenentatge en el disseny de la UD aporta punts molt interessants - i algunes limitacions que han de ser superades de forma creativa.

## Conclusions

En finalitzar aquest treball s'han completat els dos objectius plantejats inicialment: S'han analitzat la normativa i les directrius del Departament d'Ensenyament de Catalunya, per concloure que 4MAT, com a model de disseny didàctic, respecta la direcció d'ensenyament competencial i és compatible amb el model actual. Un cop assolit aquest punt i, en vista dels avantatges que proporciona el model, s'ha presentat a nivell teòric i d'aplicació, conjuntament amb algunes eines útils (idees d'activitats, criteris de valoració del disseny, un exemple d'Unitat Didàctica), complint el segon objectiu definit a l'inici. Els punts més importants del procés i resultat estan recollits a continuació.

En plantejar aquest treball, l'autor es va veure mogut inicialment per la pròpia percepció del seu pas escolar i com a docent en pràctiques en una escola catalana. A aquesta experiència s'hi va unir la de l'autor com a moderador de tallers en l'àmbit de l'educació no formal i el seu coneixement del model didàctic 4MAT, usat en aquest context. Les percepcions personals de manca de motivació a l'escola i de baixa sensació d'aprenentatge per part de l'alumnat el van portar a plantejar-se si 4MAT podia ser un model d'ensenyament adient per a l'escola secundària catalana - en particular en l'àmbit de tecnologia, ja que els era el més conegut.

Aquesta idea, i la posterior exploració dels documents del Departament d'Ensenyament respecte a l'aprenentatge competencial, van desembocar en la idea principal del treball: plantejar 4MAT com a model didàctic a l'àmbit de tecnologia a l'ESO, per la seva idoneïtat en l'aprenentatge basat en competències i els seus potencials avantatges, analitzats al llarg d'aquest treball. S'ha pretès presentar les bases teòriques del model, juntament amb les explicacions necessàries per fer-lo entenedor, i oferir una caixa d'eines en forma d'activitats a realitzar a l'aula, amb l'objectiu de oferir quelcom de valor a aquells docents que decideixin provar la utilitat d'aquest model i integrar-lo en els seus dissenys didàctics.

L'estudi de l'ensenyament competencial presentat en els documents del Departament d'Ensenyament (Departament d'Ensenyament, 2009, 2018) ha permès analitzar l'alineació de 4MAT amb el model actual de l'escola catalana, establint-lo com a model adequat per a l'ensenyament per competències i compatible amb els procediments de disseny que proposa el Departament. També ha permès destacar-ne els punts forts i avantatges, com queda reflectit en la Figura 7 a la pàgina 18, que se centren en assegurar un desenvolupament de les competències de forma global, donant èmfasi en cadascun dels pilars que les componen (contingut, habilitat i aplicació). 4MAT, amb les seves bases principals en les teories de Dewey (aprenentatge experimental), Kolb (cicle d'aprenentatge), Jung (tipologies de personalitats) i Bogen (hemisfericitat del cervell), se situaria doncs com a eina vàlida i valuosa per als docents catalans, en l'ensenyament de tecnologia a l'ESO.

La proposta d'aquest model ve acompanyada d'un seguit de activitats i criteris de valoració que tenen com a objectiu facilitar i guiar el docent en el disseny d'Unitats Didàctiques basades en aquest model. D'aquesta manera, es disposa d'idees i opcions que permetin dissenyar, avaluar i millorar la programació d'una UD en cadascun dels quatre quadrants que formen part de 4MAT: s'assegura així que l'experiència educativa passa per totes les fases del cicle d'aprenentatge proposat, que inclou una varietat important d'activitats i que treballa la unitat en concordança amb diferents estils d'aprenentatge, atenent a la diversitat de preferències existent a l'aula. Un exemple de programació de UD es presenta també com a referència, o base, amb la intenció d'acostar el model el més possible a la realitat de la programació didàctica a l'aula de tecnologia, i mostrar de forma realista la implementació d'aquest model.

## Línies futures

Amb la presentació d'aquesta eina sorgeixen moltes vies de desenvolupament. Tanmateix, el primer pas a considerar seria la implementació actual del model. Només després d'alguns primers assajos es podran identificar totes les barreres a tenir en compte en una implementació més generalitzada o una

extensió del model. Estudis anteriors han mostrat la seva efectivitat en l'educació secundària d'altres països, cosa que porta a pensar que valgui la pena fer la prova també a Catalunya.

Un estudi inicial podria ser la implementació de la Unitat Didàctica proposada en aquest treball com a exemple. Prenent com a base els articles publicats fins a la data estudiats a l'aparat "L'aplicació de 4MAT a l'ESO en particular" (pàgines 10-11), l'aplicació del model en una sola UD ja pot portar conclusions rellevants. Portar aquesta UD a l'aula en l'assignatura de tecnologia d'un nivell de secundària en al menys dues classes d'un centre (A, B), tot mantenint un també dues classes (C, D) com a grup de control, totes impartides pel mateix docent, pot començar a mostrar resultats. Després, fer la extensió a trimestres sencers (unitat temporal més usual en els estudis fins a la data) pot, en un estudi ben conduït, donar evidències científiques rellevants. En quant a la valoració dels resultats, seria necessària una prova objectiva per comprovar-ne l'efectivitat. Probablement una prova més competencial que memorística mostrarà més clarament l'impacte del model 4MAT, donat l'èmfasi que aquest posa en el desenvolupament de competències. Qüestionaris per a professors i alumnes podrien donar informació rellevant respecte a la motivació i la sensació de aprenentatge i creixement, aspectes clau per a l'autor d'aquest treball, i finalment pot ser rellevant afegir preguntes respecte al temps de preparació de les classes (per als professors) i de dedicació (per als estudiants), per analitzar si la potencial millora en els resultats ve acompanyada d'un increment dels recursos humans a dedicar-hi.

Si els resultats de l'aplicació d'aquest model són positius, existeixen clares línies de desenvolupament:

D'una banda, expandir la caixa d'eines d'exemples d'activitats, augmentant les opcions i detallant-les més, i afegint exemples més concrets per a l'àmbit de tecnologia.

D'altra banda, obrir el model als altres àmbits de la secundària, adaptant-lo a d'altres matèries com ara les ciències, TIC i matemàtiques (per la seva relació amb la tecnologia) i, potencialment, la resta de matèries de l'ESO.

Finalment, pot ser una línia de desenvolupament valuosa l'estudi de l'aplicabilitat d'aquest model en altres nivells escolars, com ara la primària.

Queda, doncs, per explorar encara molt de potencial d'aquest model 4MAT, d'aquesta eina, que aquí es planteja com a possibilitat adequada per al disseny d'Unitats Didàctiques a l'àmbit de tecnologia dins la secundària, però que possiblement pot tenir una utilitat, abast i valor molt més generals en l'ensenyament a Catalunya.

## Llista de Figures

Fig. 1	Estructura dels àmbits.	Pàgina 5
Fig. 2	Model de cicle d'aprenentatge.	Pàgina 7
Fig. 3	El model 4MAT.	Pàgina 9
Fig. 4a	Eix de percepció.	Pàgina 12
Fig. 4b	Eix de processament.	Pàgina 13
Fig. 5	Cicle d'aprenentatge i preferències d'aprenentatge.	Pàgina 13
Fig. 6	El model 4MAT. Cicle d'aprenentatge.	Pàgina 15
Fig. 7	Criteris d'aprenentatge assolits a través de la implementació de 4MAT.	Pàgina 18

## Referències

Aktas, İ., & Bilgin, İ. (2015). The effect of the 4MAT learning model on the achievement and motivation of 7th grade students on the subject of particulate nature of matter and an examination of student opinions on the model. *Research in Science & Technological Education*, 33(1), 1-21.

Aliustaoğlu, R. A. F. (2018). The Influence of 4MAT Model on Academic Achievement and Retention of Learning in Transformation Geometry.

Bogen, J. E. (1975). Educational Aspects of Hemispheric Specialization. *UCLA Educator*.

Bogen, J. E. (1969). The other side of the brain: II. An appositional mind. *Bulletin of the Los Angeles Neurological Society*.

Clarke, J. (1994). Pieces of the puzzle: The jigsaw method. *Handbook of cooperative learning methods*, 34-50.

Departament d'Ensenyament (2015a). Competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic. *Servei de Comunicació i Publicacions de la Generalitat de Catalunya*. [Consulta: maig 2018]. Disponible a: [http://dogc.gencat.cat/ca/pdogc\\_canals\\_interns/pdogc\\_resultats\\_fitxa/?action=fitxa&mode=single&documentId=701354](http://dogc.gencat.cat/ca/pdogc_canals_interns/pdogc_resultats_fitxa/?action=fitxa&mode=single&documentId=701354).

Departament d'Ensenyament (2015b). Competències bàsiques de l'àmbit digital. *Servei de Comunicació i Publicacions de la Generalitat de Catalunya*. [Consulta: maig 2018]. Disponible a: [http://dogc.gencat.cat/ca/pdogc\\_canals\\_interns/pdogc\\_resultats\\_fitxa/?action=fitxa&mode=single&documentId=701354](http://dogc.gencat.cat/ca/pdogc_canals_interns/pdogc_resultats_fitxa/?action=fitxa&mode=single&documentId=701354).

Departament d'Ensenyament (2015c). [en línia] Decret 187/2015, de 25 d'agost, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària obligatòria. *Servei de Comunicació i Publicacions de la Generalitat de Catalunya*. [Consulta: maig 2018]. Disponible a: [http://dogc.gencat.cat/ca/pdogc\\_canals\\_interns/pdogc\\_resultats\\_fitxa/?action=fitxa&mode=single&documentId=701354](http://dogc.gencat.cat/ca/pdogc_canals_interns/pdogc_resultats_fitxa/?action=fitxa&mode=single&documentId=701354).

Departament d'Ensenyament (2009). Del currículum a les programacions. Una oportunitat reflexió pedagògica a l'educació bàsica. *Servei de Comunicació i Publicacions de la Generalitat de Catalunya*. [Consulta: maig 2018]. Disponible a: [http://xtec.gencat.cat/web/.content/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/0086/d1067aa7-e3eb-41fb-9ca2-207b92812814/del\\_curriculum\\_a\\_les\\_programacions.pdf](http://xtec.gencat.cat/web/.content/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/0086/d1067aa7-e3eb-41fb-9ca2-207b92812814/del_curriculum_a_les_programacions.pdf).

Departament d'Ensenyament (2018). El currículum competencial a l'aula. Una eina per a la reflexió pedagògica i la programació a l'ESO. *Servei de Comunicació i Publicacions de la Generalitat de Catalunya*. [Consulta: maig 2018]. Disponible a: <http://xtec.gencat.cat/web/.content/curriculum/eso/orientacions/20180302ProgramacionsESO.pdf>.

Ergin, S., & Sari, M. (2016). The Effect of 4MAT Instruction Method in Physics Education on Students' Selected Affective Characteristics. *Hacettepe Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi-Hacettepe University Journal of Education*, 31(1), 212-230.

Ergin, S., & Atasoy, Ş. (2013). Comparative Analysis of the Effectiveness of 4MAT Teaching Method in Removing Pupils' Physics Misconceptions of Electricity. *Journal of Baltic Science Education*, 12(6).

Follett, M. P. (1924). *Creative experience*. Рипол Классик.

Freire, P. (1973). *Education for critical consciousness*. New York, Seabury Press.

Generalitat de Catalunya (2009). Llei 12/2009, del 10 de juliol, d'educació. *Quaderns de legislació* (82) [Consulta: maig 2018]. Disponible a: [http://ensenyament.gencat.cat/web/.content/home/departament/normativa/normativa-educacio/lec\\_12\\_2009.pdf](http://ensenyament.gencat.cat/web/.content/home/departament/normativa/normativa-educacio/lec_12_2009.pdf).

James, W. (1890). *The Principles of Psychology*, 2.

John, D. (1938). *Experience and education*.

Jung, C. G. (1923). *Psychological types: or the psychology of individuation*.

Kolb, D. (1985). A. (1985). *Learning-style inventory*. Boston, MA, McBer & Company.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning*. Englewood cliffs.

Kolb, D. A. (1976). *Learning style inventory technical manual*. Boston, MA: McBer.

Lewin, K. (1947). Group decision and social change. *Readings in social psychology*, 3(1), 197-211.

廖彩良. Liao, Cailiang (2006). 運用 4MAT 系統於國中光合作用單元的成效 (The Effects of Applying the 4MAT System to the Photosynthesis Unit in a Junior High School). 臺灣師範大學科學教育研究所在職進修碩士班學位論文, 1-158. English version.

Matthews, D. B. (1996). An investigation of learning styles and perceived academic achievement for high school students. *The Clearing House*, 69(4), 249-254.

McCarthy, B., St. Germain, C., Lippitt, L (2002). *The 4MAT reserach guide, Reviews of Literature on Individual Differences and Hemispheric Specialization and their Influence on Learning*. Wauconda, Illinois: About Learning, Incorporated

McCarthy, B. (1996) *About Learning*. Wauconda, Illinois: About Learning, Incorporated

McCarthy, B. (1990). Using the 4MAT system to bring learning styles to schools. *Educational Leadership*, 48(2), 31-37.

McCarthy, B., & McCarthy, D. (2006). *Teaching around the 4MAT cycle: Designing instruction for diverse learners with diverse learning styles*. Corwin Press.

McCarthy, M. (2018). The key scholars behind 4MAT [en línia]. About Learning: We bring Learning to Life, 2018 [Consulta: abril 2018]. Disponible a: <https://aboutlearning.com/2018/02/08/the-key-scholars-behind-4mat/>.

O'Neill-Blackwell, J. (2012). *Engage: the trainer's guide to learning styles*. John Wiley & Sons.

Ozgen, K. (2013). An analysis of high school students' mathematical literacy self-efficacy beliefs in relation to their learning styles. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 22(1), 91-100.

พัชรา นุช บั ง ชม โพธิ์. Pho, Phacharachanbo Pho (2017). การ เปรียบเทียบ ผล สัมฤทธิ์ ทาง การ เรียน รู้ และ การ คิด อย่าง มี วิจาร์ณญาณ เรื่อง ภูมิศาสตร์ ประเทศไทย กลุ่ม สาระ การ เรียน รู้ สังคมศึกษา ศาสนา และ วัฒนธรรม ของ นักเรียน ชั้น มัธยมศึกษา ปี ที่ 1 ระหว่าง การ จัด กิจกรรม การ เรียน รู้ แบบ 4MAT และ แบบ ใช้ แผนผัง ความ คิด. (The comparison of prathomsuksa 1 students'english learning achievement and their attitude toward english learning taught by the 4MAT learning circle instruction method and by the conventional approach) *วารสาร บัณฑิต ศึกษา มหาวิทยาลัย ราชภัฏ สกลนคร (Sakon Nakhon Graduate Studies Journal)*, 14(65), 199-208. English version.

Piaget, J. (1970). *Psychologie et épistémologie:[pour une théorie de la connaissance]*. Gonthier/Denoël.



Rogers, C. R. (1969). *Freedom to learn: A view of what education might become* (Vol. 69). Columbus, OH: Merrill.

Sangster, S., & Shulman, R. (1988). Impact of the 4MAT System as a Curriculum Delivery Model. Research Report.

Scott, H. V. (1994). A Serious Look at the 4MAT Model.

Tatar, E., & Dikici, R. (2009). The effect of the 4MAT method (learning styles and brain hemispheres) of instruction on achievement in mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(8), 1027-1036.

Ursin, V. D. (1995). Effects of the 4MAT system of instruction on achievement, products, and attitudes toward science of ninth-grade students.

Vygotsky, L. (1926). *Educational Psychology* (1)

Wilkerson, R. M., & White, K. P. (1988). Effects of the 4MAT system of instruction on students' achievement, retention, and attitudes. *The Elementary School Journal*, 88(4), 357-368.